



**André Maria Mendes Pascoal**  
Licenciado em Engenharia Civil

## **A problemática da utilização de materiais com amianto em edifícios**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Civil-Reabilitação de Edifícios

Orientador: Eng. Jorge Grandão Lopes,  
Investigador Principal, LNEC  
Coorientador: Prof. Doutor Fernando Henriques,  
Professor Catedrático, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Carlos Gomes Rocha de Almeida  
Arguente: Prof. Doutora Maria Paulina Santos Forte de Faria Rodrigues  
Vogal: Engenheiro Jorge Manuel Grandão Lopes

“Copyright” André Maria Mendes Pascoal, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

## **Agradecimentos**

Exprimo o meu sincero agradecimento a um conjunto de pessoas que se tornaram fundamentais neste meu percurso que agora finda.

Em primeiro lugar, o meu agradecimento ao meu orientador, Engenheiro Jorge Grandão Lopes pela disponibilidade, orientação e apoio na realização deste trabalho.

Agradeço de igual modo ao meu coorientador, Professor Doutor Fernando Henriques, pela disponibilidade em coorientar-me, pelos conselhos dados para a realização deste trabalho, e pelo conhecimento transmitido ao longo deste ciclo de estudos.

Agradeço à Engenheira Sónia Raposo, do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, pelos conselhos dados e pelo acesso a bibliografia que se tornou fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço no geral ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa pela qualidade da formação recebida neste ciclo de estudos.

Aos meus pais, pelo apoio e pelo esforço em me proporcionar uma formação superior numa área de tamanha importância para a sociedade, como é a Engenharia Civil.

Aos colegas que comigo privaram neste ciclo de estudos e me apoiaram a superar os variados obstáculos.

À Ana Teresa, pelo apoio demonstrado ao longo da realização deste trabalho.



## **Resumo**

Até final do século XX o amianto foi utilizado em mais de 3000 produtos, de entre os quais diversos materiais de construção. As suas diversas características benéficas levaram a uma crescente popularidade na utilização de materiais com estas fibras. Contudo, o suposto aumento de números de casos associados a problemas de saúde do foro do aparelho respiratório de quem esteja exposto a materiais com amianto tem levado, nos últimos anos, à redução e consequente proibição da produção e comercialização destas fibras, um pouco por todo o mundo. Para além desta proibição tem existido a perceção, nomeadamente através dos media, de que a solução adequada para um material com amianto deva ser necessariamente a sua remoção.

Esta dissertação surge com o objetivo de contrariar a perceção que existe de que qualquer material com amianto possa constituir perigo significativo para os utilizadores do edifício onde esteja localizado. Esta perceção pode ser resultado de um desconhecimento sobre os materiais ou sobre a forma como o amianto está incorporado nos materiais onde se encontra. Como tal, torna-se importante compreender as formas como o amianto está incorporado nos materiais, e o contexto em que estes se encontram. A adoção de uma metodologia prática para avaliação do grau de risco pode tornar-se uma ferramenta valiosa na quantificação de risco que um material possa representar.

Torna-se fundamental desmistificar a ideia de que a remoção seja a única alternativa possível para um material com amianto antes de atingir o tempo de vida útil, existindo para muitos casos outras alternativas igualmente eficientes sob os pontos de vista técnico e económico.

**Palavras-chave:** amianto em edifícios, materiais com amianto, metodologia de quantificação de risco, soluções para materiais com amianto



### **Abstract**

Until the end of the 20th century asbestos was used in more than 3000 products, among which many building materials. Its many beneficial features led to an increased popularity in the use of materials with these fibers. However, the supposed increase of cases associated with health problems in the respiratory system of people exposed to asbestos containing materials has led in recent years to the reduction and consequent ban in the production and commercialization of these fibers worldwide. Besides this ban, there has been a perception, by the media, that removal is the best solution for asbestos containing materials.

This master thesis appears from the need to counter the perception that any asbestos containing materials can be a danger to the users of the buildings. This perception may be the result of a lack of knowledge about the materials or about how asbestos is present in the materials. As such, it becomes important to understand the ways in which asbestos is present in the materials and the respective context. The use of a practical methodology can become a valuable tool in the quantification of risk of an asbestos containing material.

It is essential to demystify the idea that removal is the best solution for asbestos containing materials, and in many situations there are other more efficient solutions, from a technical and economic point of view.

**Keywords:** asbestos in buildings, asbestos containing materials, methodology for risk quantification, solutions for asbestos containing materials





## Índice de Matérias

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento do tema.....	1
1.2 Objetivos e metodologia.....	1
<b>2. AMIANTO.....</b>	<b>2</b>
2.1 Composição química e estrutura molecular.....	2
2.2 Perspetiva histórica mundial e consumo.....	5
2.3 Análise das legislações internacionais.....	7
2.4 Riscos do amianto para a saúde humana .....	12
2.6.1 Mesotelioma .....	12
2.6.2 Asbestose.....	13
2.6.3 Cancro do pulmão .....	14
2.6.4 Doença pleural benigna .....	14
<b>3. MATERIAIS COM AMIANTO EM EDIFÍCIOS.....</b>	<b>15</b>
3.1 Chapas de fibrocimento .....	17
3.1.1 Processo de fabrico do fibrocimento .....	19
3.2 Revestimentos de piso .....	20
3.3 Tetos falsos .....	23
3.4 Tubagens de abastecimento de água e tubos de drenagem de águas pluviais .....	24
3.5 Painéis rígidos.....	25
<b>4. METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE RISCO DE LIBERTAÇÃO DE FIBRAS DE AMIANTO .....</b>	<b>28</b>
4.1 Chapas de fibrocimento .....	28
4.2 Revestimentos de piso .....	35
4.3 Tetos falsos .....	38
4.4 Tubagens de abastecimento de água e de drenagem de águas pluviais .....	40
4.5 Isolamento de tubagens de abastecimento de água quente .....	41
4.6 Painéis rígidos.....	42
<b>5. SOLUÇÕES PARA MATERIAIS COM AMIANTO EM EDIFÍCIOS .....</b>	<b>45</b>
5.1 Coberturas.....	45
5.1.1 Manutenção.....	45
5.1.2 Encapsulamento.....	47
5.1.3 Confinamento .....	48
5.1.4 Remoção .....	49
5.2 Revestimentos de piso .....	51
5.2.1 Manutenção.....	51
5.2.2 Confinamento .....	51
5.2.3 Remoção .....	53
5.3 Tetos falsos .....	53
5.3.1 Manutenção.....	53

5.3.2 Confinamento .....	53
5.3.3 Remoção .....	54
5.4 Tubos de abastecimento de água e de drenagem de águas pluviais .....	55
5.4.1 Manutenção .....	55
5.4.2 Remoção .....	55
5.5 Painéis rígidos .....	56
5.5.1 Manutenção .....	56
5.5.2 Confinamento .....	56
<b>6. RESPONSABILIDADES E ARTICULAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES COMPETENTES EM PORTUGAL .....</b>	<b>59</b>
6.1 Identificação .....	59
6.2 Remoção .....	60
6.3 Acondicionamento de RCDA .....	65
6.4 Transporte de RCDA .....	66
6.5 Armazenagem e eliminação .....	67
<b>7. ANÁLISE DE CUSTOS DE SOLUÇÕES DE TRATAMENTO DE CHAPAS DE FIBROCIMENTO COM AMIANTO .....</b>	<b>69</b>
7.1 Comparação das soluções de remoção com as soluções de confinamento .....	72
7.2 Comparação das soluções de remoção com as de encapsulamento .....	72
7.3 Comparação das soluções de encapsulamento com as de confinamento .....	72
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>75</b>
<b>9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>76</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO - Custos de soluções de cobertura com chapas de fibrocimento com amianto ..</b>	<b>84</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 2.1</b> - Amostras dos minerais constituintes das fibras de amianto .....	2
<b>Figura 2.2</b> - Micrografia de eletrões de crisótilo .....	3
<b>Figura 2.3</b> - Representação esquemática da estrutura de crisótilo .....	3
<b>Figura 2.4</b> - Micrografia de eletrões de amianto tremolite .....	4
<b>Figura 2.5</b> - Representação esquemática da estrutura das anfíbolas .....	4
<b>Figura 2.6</b> - Países maiores produtores mundiais de amianto entre 2010 e 2017 .....	11
<b>Figura 2.7</b> - Representação esquemática do mesotelioma .....	13
<b>Figura 2.8</b> - Corte esquemático de pleura com asbestose .....	14
<b>Figura 3.1</b> - Exemplo de cobertura de fibrocimento em pavilhão desportivo .....	17
<b>Figura 3.2</b> - Compartimento com cobertura em chapas de fibrocimento com amianto .....	19
<b>Figura 3.3</b> - Revestimento interior da cobertura apresentada na figura anterior .....	19
<b>Figura 3.4</b> - Revestimento de piso vinílico com amianto .....	21
<b>Figura 3.5</b> - Exemplo de placas de teto falso com amianto .....	23
<b>Figura 3.6</b> - Tubo de abastecimento de água em fibrocimento embutido em parede .....	24
<b>Figura 3.7</b> - Tubo de abastecimento de água quente isolado por amianto aparentemente confinado noutro meio .....	25
<b>Figura 3.8</b> - Tubo de queda de águas pluviais em fibrocimento .....	25
<b>Figura 3.9</b> - Pannel divisório de amianto com madeira .....	26
<b>Figura 3.10</b> - Porta corta-fogo com amianto.....	27
<b>Figura 5.1</b> - Cobertura constituída por chapas de fibrocimento com amianto .....	46
<b>Figura 5.2</b> - Revestimento interior da cobertura de fibrocimento com amianto apresentada na figura anterior .....	47
<b>Figura 5.3</b> - Exemplo de aplicação de revestimento de encapsulamento .....	48
<b>Figura 5.4</b> - Exemplo de confinamento através de chapas metálicas .....	49
<b>Figura 5.5</b> - Colocação de telha cerâmica em cobertura .....	50
<b>Figura 5.6</b> - Exemplo de pannel sanduiche para substituição de chapas de fibrocimento com amianto.....	50
<b>Figura 5.7</b> - Exemplo de revestimento vinílico em hospital.....	52
<b>Figura 5.8</b> - Exemplo de pavimento flutuante em escritório .....	53
<b>Figura 5.9</b> - Teto falso com painéis de lã mineral .....	54
<b>Figura 5.10</b> - Teto de gesso cartonado sobre estrutura modelada .....	55
<b>Figura 5.11</b> - Fixação de pannel de partículas de cimento e madeira “Viroc” em estrutura de madeira.....	57
<b>Figura 5.12</b> - Exemplo de pannel de partículas de cimento e madeira em ambiente interior .....	57
<b>Figura 6.1</b> - Selo identificador da presença de amianto.....	60
<b>Figura 6.2</b> - Bomba de aspiração de fibras de amianto .....	63
<b>Figura 6.3</b> - Coletor para ligação à bomba de amostragem.....	64
<b>Figura 6.4</b> - Matriz de amostragem em filtro redondo .....	64
<b>Figura 6.5</b> - Paleta com chapas de fibrocimento devidamente sinalizadas .....	66



## Índice de Quadros

<b>Quadro 2.1</b> - Composição química dos minerais de amianto .....	5
<b>Quadro 2.2</b> - Propriedades dos minerais constituintes do amianto .....	5
<b>Quadro 2.3</b> - Limites de exposição profissional em alguns países em desenvolvimento .....	11
<b>Quadro 3.1</b> - Alguns dos materiais com amianto utilizados na construção civil .....	16
<b>Quadro 3.2</b> - Exigências da classificação UPEC .....	21
<b>Quadro 3.3</b> - Exigências da classificação Gw's .....	22
<b>Quadro 4.1</b> - Critérios para quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento .....	29
<b>Quadro 4.2</b> - Coeficientes majorantes de acordo com a idade da chapa .....	30
<b>Quadro 4.3</b> - Soluções a adotar para chapas de fibrocimento com amianto de acordo com o índice de risco .....	30
<b>Quadro 4.4</b> - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento .....	32
<b>Quadro 4.5</b> - Exemplo de atribuição de categorias de risco a uma chapa de fibrocimento .....	33
<b>Quadro 4.6</b> - Índices de risco possíveis de obter para chapas de fibrocimento .....	34
<b>Quadro 4.7</b> - Soluções sugeridas a adotar para chapas de fibrocimento de acordo com o índice de risco .....	35
<b>Quadro 4.8</b> - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em revestimentos de piso .....	36
<b>Quadro 4.9</b> - Índices de risco possíveis de obter para revestimentos de piso .....	37
<b>Quadro 4.10</b> - Soluções sugeridas para cada intervalo de risco em revestimentos de piso .....	38
<b>Quadro 4.11</b> - Critérios e categorias de risco(Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em tetos falsos .....	38
<b>Quadro 4.12</b> - Índices de risco possíveis de obter para tetos falsos .....	39
<b>Quadro 4.13</b> - Soluções sugeridas para cada intervalo de risco em tetos falsos .....	40
<b>Quadro 4.14</b> - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em tubagens de abastecimento de água fria e em tubos de drenagem de águas pluviais, em fibrocimento .....	40
<b>Quadro 4.15</b> - Índices de risco possíveis de obter para tubos de fibrocimento de abastecimento de água fria e de drenagem de águas pluviais .....	41
<b>Quadro 4.16</b> - Soluções sugeridas para tubagens de fibrocimento de abastecimento de água fria e para tubos de drenagem de águas pluviais .....	41
<b>Quadro 4.17</b> – Critério e categorias de risco (Ri) possíveis de obter para isolamentos de tubos de abastecimento de água quente .....	42
<b>Quadro 4.18</b> - Índices de risco possíveis de obter para isolamentos de tubos de abastecimento de água quente .....	42
<b>Quadro 4.19</b> - Soluções sugeridas para elementos de confinamento de tubos de abastecimento de água quente isolados com amianto .....	42

<b>Quadro 4.20</b> - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em painéis rígidos.....	43
<b>Quadro 4.21</b> - Índices de risco possíveis de obter para painéis rígidos .....	44
<b>Quadro 4.22</b> - Soluções sugeridas para painéis rígidos .....	44
<b>Quadro 6.1</b> - Amostragem ambiental estática .....	62
<b>Quadro 7.1</b> - Custos diretos referentes à solução de remoção das chapas de fibrocimento e de aplicação de novas soluções (euro/m <sup>2</sup> ) .....	70
<b>Quadro 7.2</b> - Identificação das soluções sugeridas de aplicar .....	71
<b>Quadro 7.3</b> - Diferenças de custos entre as soluções sugeridas (euro/m <sup>2</sup> ).....	72
<b>Quadro 7.4</b> - Custo de remoção de chapas de fibrocimento para o Estado (euro) .....	73
<b>Quadro 7.5</b> - Custo de encapsulamento de chapas de fibrocimento para o Estado (euro) .....	73
<b>Quadro 7.6</b> - Custo de confinamento de chapas de fibrocimento para o Estado (euro).....	74

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 Enquadramento do tema**

Nos últimos anos tem-se assistido a um alarmismo sobre a utilização de materiais com amianto em edifícios, nomeadamente em relação aos riscos para a saúde dos utilizadores desses mesmos edifícios. Tal alarmismo é muitas vezes empolado sem conhecimento de causa, levando muitas vezes a práticas despropositadas e que constituem, elas mesmas, um risco para a saúde de quem as realiza. É, por isso, importante a realização de um trabalho, fundamentado com conhecimento sobre as propriedades dos materiais que contêm amianto e sobre os fatores ambientais a que os mesmos estão expostos, no sentido de compreender as condições em que representam realmente risco para a saúde de quem está em contacto com eles. Torna-se necessário desmistificar a perceção que existe de que qualquer material que contenha amianto num determinado edifício constitui risco elevado para os seus utilizadores, e de que deva ser pronta e necessariamente removido e substituído por outro.

### **1.2 Objetivos e metodologia**

A presente dissertação pretende constituir um guia para a abordagem a materiais com amianto em edifícios. É realizada, através do estado de arte, uma análise sobre o amianto, nomeadamente no que consiste e em que formas se apresenta na natureza. É realizado, neste capítulo, um levantamento sobre os principais materiais com amianto utilizados em edifícios durante o século XX, bem como a distinção entre os estados em que o amianto neles se encontra. É realizada uma análise ao contexto histórico a nível mundial sobre amianto, nomeadamente no que diz respeito aos registos de produção e exportação, assim como é realizada uma análise às legislações internacionais, um pouco por todo o mundo, sendo dados a conhecer os limites admissíveis de exposição ao amianto em cada país, numa tentativa de compreender os motivos que levam determinados países a adotar limites de exposição mais elevados em relação a outros.

É feita uma análise particular da legislação portuguesa, nomeadamente no que se refere às fases de identificação, remoção, acondicionamento, transporte, armazenagem e eliminação de amianto. Procura-se descrever o papel de cada entidade em cada uma destas fases e identificar possíveis incongruências nas fases mencionadas.

É também objetivo desta dissertação realizar uma análise aos principais materiais com amianto em edifícios. Para determinar o risco que um determinado material possa apresentar para os utilizadores do edifício onde se encontram, considera-se fundamental a adoção de uma metodologia de quantificação de risco que determine através de critérios como o estado de conservação do material, um índice de risco de libertação de fibras. É com base nesta metodologia que se pretende determinar possíveis soluções de tratamento para cada material. Para cada índice de risco em que o material se possa encontrar, é proposta uma determinada solução. As soluções sugeridas merecem também uma análise sob o ponto de vista económico, de maneira a compreender se a opção por uma determinada solução constituirá uma vantagem significativa, em detrimento de outra, para o dono de obra.

## 2. AMIANTO

### 2.1 Composição química e estrutura molecular

Amianto é o nome dado a um conjunto particular de minerais fibrosos. Está dividido em dois grupos de minerais, as anfíbolas e as serpentinas. O primeiro inclui a crocidolite (amianto azul), a amosite (amianto castanho), a tremolite, a antofilite e a actinolite. Dentro deste grupo, apenas a crocidolite e a amosite apresentam valor comercial. No grupo das serpentinas, entre os minerais com valor comercial, encontra-se apenas o crisótilo, também conhecido como amianto branco [1]. Na figura 2.1 apresentam-se amostras dos seis minerais de amianto.



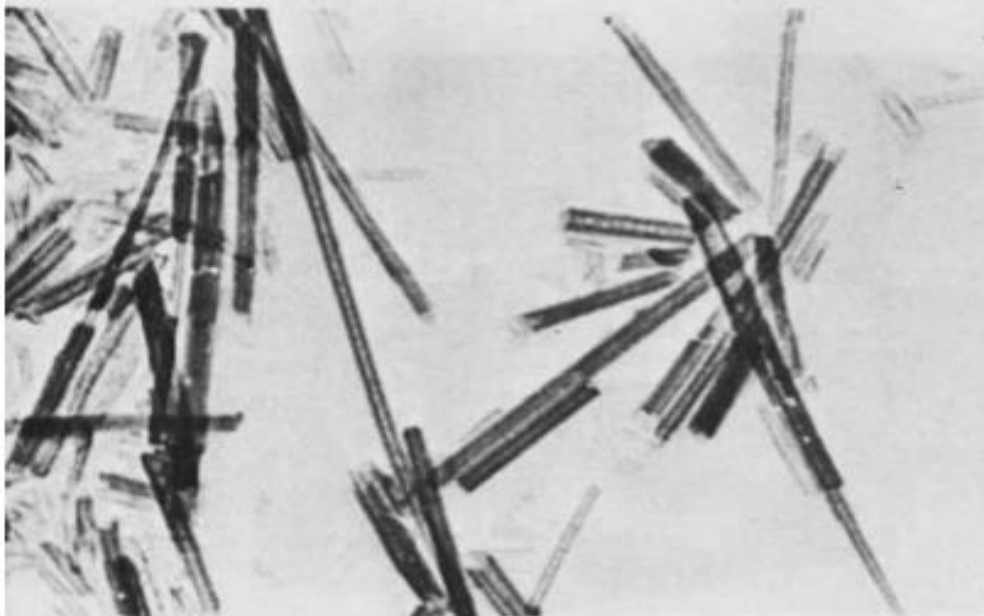
**Figura 2.1** - Amostras dos minerais constituintes das fibras de amianto [2]

Os depósitos dos dois grupos de minerais constituintes das fibras de amianto situam-se essencialmente em quatro tipos de rochas: as do tipo I a tipo IV. As rochas do tipo I denominam-se rochas ultramáficas do tipo alpinas e encontram-se nelas minerais como o crisótilo, a antofilite e a tremolite. Os depósitos destas rochas são considerados os mais importantes e estão localizados no Quebeque e na Rússia. As do tipo II são as rochas ultramáficas estratiformes, contendo minerais como o crisótilo e a tremolite, enquanto que as do tipo III são as do tipo calcário serpenteado, encontrando-se nelas o crisótilo. As reservas destes dois tipos de rochas encontram-se maioritariamente na África do Sul. Já as rochas do tipo IV correspondem às rochas de ferro pré-câmblicas, de origem sedimentar, e contêm minerais como a amosite e a crocidolite. Os depósitos destas rochas estão localizados apenas na província do Cabo na África do Sul e no estado de Wittenoom Gorge na Austrália Ocidental. Apenas os depósitos situados na África do Sul se encontram atualmente ativos [1].

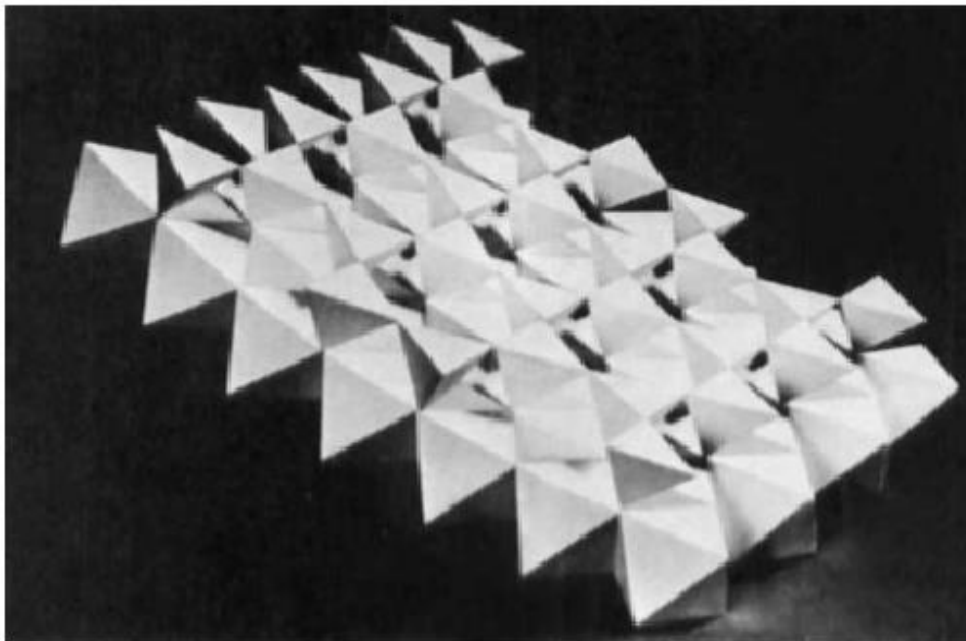
Em relação à estrutura física e molecular dos seis minerais mencionados, o crisótilo apresenta fibras formadas por tubos ocos a partir de folhas enroladas, bem agrupados entre si e com os espaços entre eles envoltos por fragmentos de cristal e material amorfo [3]. Na figura 2.2 estão representados os tubos de crisótilo, agrupados em cachos. Estes tubos geralmente apresentam um diâmetro entre 15 a 40 nanómetros (nm) , e têm uma estrutura constituída por duas camadas: a primeira consiste numa rede contínua de unidades de sílica dispostas



hexagonalmente e está interligada com a segunda camada, a qual consiste numa folha octogonal de hidróxido de magnésio (figura 2.3) [3].

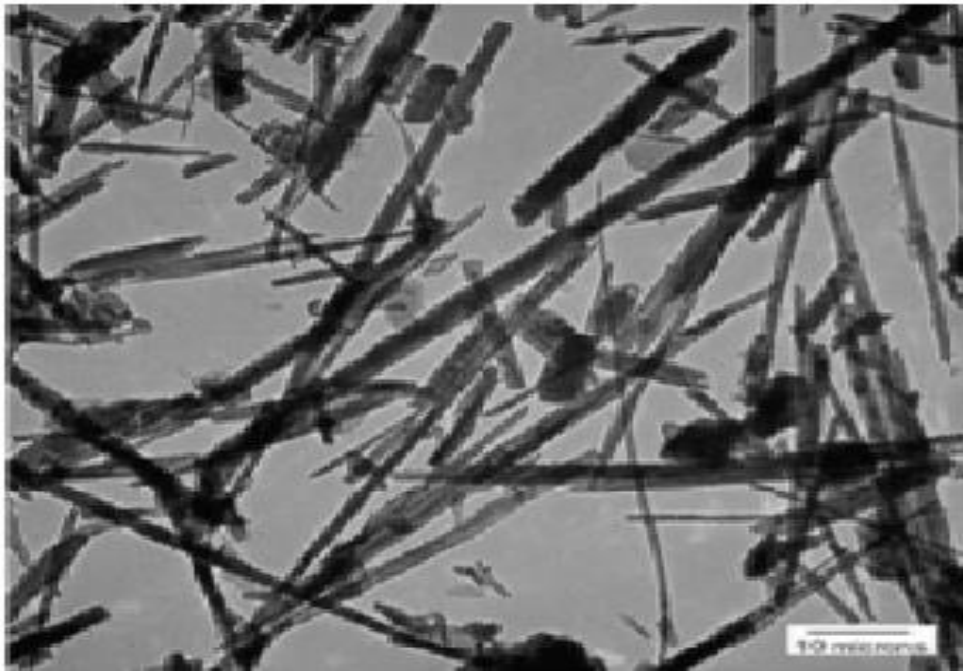


**Figura 2.2** - Micrografia de eletrões de crisótilo [3]

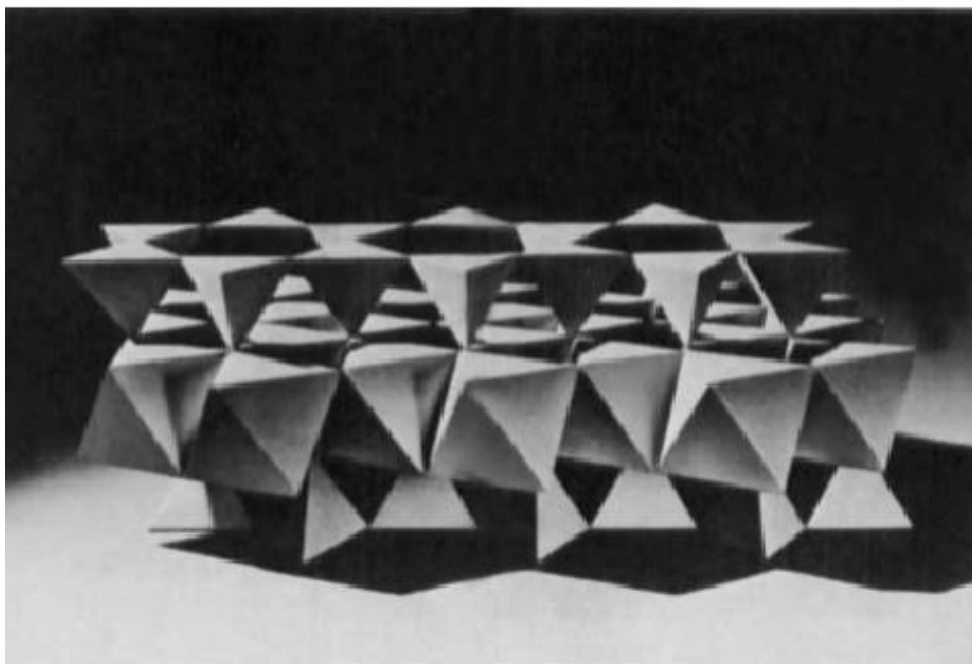


**Figura 2.3** - Representação esquemática da estrutura de crisótilo [3]

O grupo das anfíbolas apresenta também as suas fibras em forma de tubos ocos (figura 2.4), mas mais espessas em relação às do grupo das serpentinas, com diâmetros compreendidos entre 80 e 100 nm. A sua estrutura consiste essencialmente em unidades de óxido catiónico octaédrico dispostas em tiras estreitas e intervaladas entre tiras de sílica tetraédrica dispostas hexagonalmente (figura 2.5) [3].



**Figura 2.4** - Micrografia de eletrões de amianto tremolite [4]



**Figura 2.5** - Representação esquemática da estrutura das anfíbolas [3]

No quadro 2.1 estão apresentadas as composições químicas de cada mineral constituinte do amianto.

**Quadro 2.1** - Composição química dos minerais de amianto [4]

Mineral	Grupo	Composição Química
Actinolite	Anfíbolas	$\text{Ca}_2 \text{Fe}_5 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Amosite	Anfíbolas	$\text{Fe}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Antofilita	Anfíbolas	$\text{Mg}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Crocidolite	Anfíbolas	$\text{Na}_2(\text{Fe}_3^{2+} \text{Fe}_2^{3+}) \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Tremolite	Anfíbolas	$\text{Ca}_2 \text{Mg}_5 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$
Crisótilo	Serpentinas	$\text{Mg}_3 \text{Si}_2 \text{O}_5 (\text{OH})_4$

Em relação às principais propriedades destes minerais destacam-se a resistência à tração, a resistência química e a resistência ao calor. No quadro 2.3 são apresentadas as principais propriedades de cada mineral constituinte das fibras de amianto.

**Quadro 2.2** - Propriedades dos minerais constituintes do amianto [5]

Propriedade	Crisótilo	Crocidolite	Amosite	Tremolite	Actinolite	Antofilita
Flexibilidade	Muito Boa	Média a Boa	Boa	Frágil	Frágil	Frágil a média
Comprimento	Curto (até 3")	Curto (até 3")	Entre 0.25 a 6"	Curto a longo	Curto a longo	Curto
Textura	Dura, sedosa	Entre áspera a suave	Grossa, embora flexível	Áspera a Suave	Áspera	Áspera a Suave
Resistência à Tração	Muito alta	Muito alta	Média	Baixa	Muito baixa	Baixa
Resistência Química	Baixa	Muito boa	Boa	Muito resistente	Muito resistente	Média a boa
Resistência ao Calor	Boa	Baixa	Boa	Média a boa	_____	Muito boa

## 2.2 Perspetiva histórica mundial e consumo

A palavra amianto tem origem a partir de duas palavras gregas, *αμιαντος* e *ασβεστος*. A primeira é traduzida para o inglês "asbestos" e tem o significado de puro ou imaculado, enquanto a segunda é traduzida para "asbestos", significando inextinguível ou indestrutível [6].

Os primeiros vestígios de amianto datam de há aproximadamente 5000 anos no Chipre, sendo utilizado no fabrico de roupas de cremação, pavios de lamparinas de azeite, chapéus e sapatos [7].

Na Finlândia, por volta de 2500 a.C. o amianto foi incorporado em barro para fabrico de painéis, de maneira a melhorar a sua resistência. Também nesta região existem registos da utilização de amianto no preenchimento de fendas de cabanas de habitação [7].

A partir de 1720, o amianto crisótilo começou a ser comercialmente extraído nos montes Urais da Rússia nomeadamente para a indústria têxtil, no fabrico de aventais, luvas e máscaras para proteger os trabalhadores das metalurgias das altas temperaturas [6].

A partir do início do século XX, registou-se nos Estados Unidos da América um aumento em massa da imigração para os centros das cidades, o que se refletiu num aumento da necessidade de aposta na construção de habitações, edifícios públicos e estradas. Para satisfazer esta necessidade, a indústria da construção sofreu novos desenvolvimentos tecnológicos, criando condições favoráveis para o crescimento da indústria do amianto. Fenómenos como a Primeira Guerra Mundial e a Grande Depressão levaram a um declínio na produção e no consumo de amianto, o qual foi superado nos anos seguintes com um crescimento na sua comercialização e utilização de maneira a satisfazer as necessidades da retoma na construção civil. No período compreendido entre 1920 a 1960 os Estados Unidos representaram entre 30 a 83% do consumo mundial de amianto [8].

Depois dos Estados Unidos, a Europa iniciou o seu desenvolvimento da indústria de amianto, sendo o Reino Unido o maior consumidor durante os primeiros anos do século XX. Posteriormente, Alemanha, Luxemburgo e Bélgica foram os maiores fornecedores de amianto em toda a Europa e Ásia. O início da Segunda Guerra Mundial resultou numa diminuição da sua produção. Contudo, no período do pós-guerra com a recuperação das economias verificou-se um aumento nas exigências do consumo de amianto, acompanhado por um aumento da sua produção para satisfazer essas exigências. Entre 1950 e 1960 a sua indústria obteve o seu maior crescimento aumentando a sua produção de 507000 toneladas para 1.17 megatoneladas. Este crescimento continuou a progredir nas décadas seguintes, atingindo o seu máximo de 2.8 megatoneladas em 1980 [8].

Ao ser questionado o impacto do amianto na saúde, o seu consumo na Europa começou a sofrer um declínio a partir de 1980. Esta queda prolongou-se até 1990, com exceção da União Soviética, sendo o consumo na Europa neste ano de 2.58 megatoneladas. Por sua vez na União Soviética, a sua reestruturação a partir de 1990 produziu consequências no consumo de amianto, diminuindo o mesmo de 927000 toneladas em 1995 para 682000 em 1998 [8]. Entre 1990 e 2003, vários países europeus foram impondo restrições à utilização de amianto, até que em 2005 a União Europeia proibiu a sua utilização em todos os seus estados membros [8].

Em Portugal, desde o início do século XX que não existe exploração de amianto, existindo apenas alguns jazigos de pequeno porte no nordeste transmontano e no Alentejo. O amianto utilizado como matéria-prima em atividades industriais, principalmente no fabrico de fibrocimento, foi essencialmente importado da África do Sul e Canadá [9]. À semelhança do resto da Europa, o amianto, nomeadamente em materiais de fibrocimento na construção civil foi largamente utilizado a partir da década de 70, sendo importado em cerca de 90%. Foi utilizado em maior escala a partir de 1970 sobretudo em materiais construtivos de fibrocimento, nomeadamente em chapas para revestimento de paredes, coberturas e tubagens de abastecimento de água. Entre 1994 e 1996 registou-se um consumo médio de 7300 toneladas por ano de fibras de amianto crisótilo para fabrico de produtos de fibrocimento, dos quais 30%

foram utilizados sob a forma de tubagens [9]. No fim da década de 90 do século XX existiam em Portugal cinco fábricas de fibrocimento que empregavam mais de 800 trabalhadores [9]. Três empresas produtoras de fibrocimento, a Cimianto, a Novinco e a Lusalite criaram na década de 80 a Associação das Indústrias de Produtos de Amianto (AIPA), a qual se debateu contra a proibição da utilização de amianto, tendo desenvolvido uma intensa campanha junto dos governos para que a legislação portuguesa continuasse a utilizar o amianto crisótilo. Esta associação procedeu à instalação de um laboratório de controlo de fibras de amianto crisótilo, no início da década de 90, acreditado pelo Instituto Português da Qualidade e auditado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Em 2005, com a entrada em vigor da diretiva da União Europeia, as fábricas portuguesas produtoras de fibrocimento foram obrigadas a utilizar outros materiais em detrimento do amianto [9].

### **2.3 Análise das legislações internacionais**

Os materiais com amianto têm vindo a ser gradualmente proibidos um pouco por todo o mundo. No final de 2013, todos os minerais de amianto tinham sido proibidos em mais de cinquenta países. Contudo, em alguns países as fibras de amianto pertencentes ao grupo de minerais do crisótilo ainda são utilizadas, registando-se mesmo um aumento do seu consumo em alguns [10]. A proibição de outros minerais de amianto, como a crocidolite e todos aqueles que se encontrem no estado friável foi recomendada pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) na sua convenção de 1986 [11]. Contudo, é de esperar que ainda exista um considerável número de materiais constituídos por amianto nestas formas, sendo também expectável que sejam utilizados em diversos países.

Procura-se aqui fazer uma análise às principais legislações internacionais sobre amianto, nomeadamente nos registos históricos de produção, comercialização e consumo. Procura-se determinar uma relação entre estes registos de produção e consumo e as posições desses países em relação aos limites de exposição profissional permitidos. A Organização Mundial de Saúde (OMS) determina a existência de dois tipos de exposição ao amianto, uma exposição ambiental e uma exposição profissional. A exposição ambiental diz respeito a um tipo de exposição aplicável, entre outros casos, a familiares de trabalhadores expostos ao amianto, a cidadãos expostos à poluição atmosférica das indústrias de materiais com amianto e a utilizadores de materiais com amianto [12]. Neste último caso podem ser incluídos os utilizadores de edifícios expostos a qualquer material com amianto. Para este tipo de exposição, a OMS recomenda um valor de área limpa de  $0,01 \text{ fibras/cm}^3$  [2].

A exposição profissional diz respeito a trabalhadores envolvidos com materiais com amianto, como é caso de trabalhadores da construção civil e de fabricantes de produtos com amianto. Neste tipo de exposição verifica-se uma discrepância algo acentuada entre os países industrializados e os países não industrializados ou em desenvolvimento. Pretende-se estudar a popularidade do amianto em alguns países e perceber se existe alguma relação entre esta popularidade e a existência de limites de exposição profissional mais elevados.

A União Europeia determina, através da Diretiva 2003/18/CE, um limite de exposição profissional de  $0,1 \text{ fibras/cm}^3$  para os seus países membros, para um período de oito horas

diárias [13]. Presume-se que este valor, não sendo especificado pela diretiva, seja aplicável a todos os minerais de amianto. A mesma diretiva determina que, em operações de trabalhos com amianto, a medição da concentração de fibras deva ser realizada com recurso ao método de filtro de membrana recomendado pela OMS [13]. Dentro dos países membros da União Europeia, a Holanda, daquilo que se conseguiu apurar, constitui uma exceção a este limite. Este país determinou em 2010 para esta categoria um limite de exposição de 0,01 fibras/cm<sup>3</sup>, para um período de oito horas de trabalho diárias [14]. A legislação holandesa demarca-se da União Europeia, argumentando que esta determina o limite de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> sem esclarecer nenhuma diferença entre os diferentes minerais de amianto. Admite-se que se possa tratar de um argumento válido, na medida em que os minerais pertencentes ao grupo das anfíbolos são mais prejudiciais do que o crisótilo. Outro argumento admitido pela legislação holandesa é o de que o método de filtro de membrana, recomendado pela OMS, é pouco eficiente em medir concentrações de fibras de amianto abaixo de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> [14]. Recentemente, em 2016, a Holanda decidiu baixar ainda mais o seu limite de exposição profissional para 0,002 fibras/cm<sup>3</sup> [15]. A Holanda revela que, até ao momento, existem colaborações entre o governo e a indústria no sentido de encontrar um método de determinação de fibras em exposição profissional que seja eficiente em medir o valor limite pretendido [15]. Este é, com certeza, um ponto interessante a ser estudado num futuro próximo.

A Austrália teve um dos maiores índices de consumo de amianto por pessoa até meio da década de 80 do século XX, registando um consumo de 1,5 milhões de toneladas entre 1930 e 1983 [16]. Em 2003 a utilização de todos os minerais de amianto foi proibida neste país [17]. Os limites de exposição profissional para todos os minerais de amianto são determinados, neste país, em 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> para um período de oito horas diárias, através do método de filtro de membrana [18].

O Canadá apresenta um longo historial na produção, utilização e exportação de amianto. Até 2010 cerca de 100 000 toneladas de amianto crisótilo foram produzidas no Quebeque, a maioria das quais exportadas. Em 2012, o país decidiu fechar as minas de amianto no Quebeque [19]. Contudo, em comparação com outros países industrializados, a proibição do amianto surgiu relativamente tarde. Apenas em dezembro de 2016 o governo canadiano anunciou a proibição da produção, utilização, importação e exportação de amianto a partir de 2018 [20]. Após a década de 60 do século XX, mais de 90% da produção de amianto produzido foi exportado sobretudo para mercados como a Europa, a Ásia e a América. Contudo, os números da exportação foram decrescendo ao longo dos anos, com exceção das exportações para a Ásia, as quais foram crescendo. No final da década de 80 do século XX a Ásia foi o maior consumidor de amianto canadiano [21]. Contudo, na Ásia existem outros grandes produtores de amianto como a Rússia, a China e o Cazaquistão, presumíveis concorrentes do Canadá, o que poderá ter levado a um decréscimo das exportações para este continente.

O número de casos de mesotelioma pode ter também interferido nesta proibição de amianto. A exposição ao amianto é a principal causa de mortes no trabalho no Canadá. Desde 1996, as doenças relacionadas com a exposição ao amianto representaram cerca de um terço

de mortes no trabalho [22]. Pode ser considerada a possibilidade de, perante este cenário, um país na vanguarda científica e democrática, como o Canadá, tenha decidido proibir todas as formas de utilização de amianto. Apesar de até aqui ter permitido a utilização de amianto, o Canadá tem imposto um limite de exposição profissional de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> para todos os minerais de amianto [22]. Não foi possível determinar os motivos pelos quais a legislação canadiana determina este valor limite. Contudo, é conhecido que os países membros da União Europeia, que adotam igualmente este limite de exposição profissional, utilizam o método de filtro de membrana, recomendado pela OMS, para medir as concentrações de fibras de amianto no local de exposição. Admite-se, deste modo, como motivo de o Canadá determinar este valor limite, a possibilidade de adotar também este método na medição de concentração de fibras de amianto para exposições profissionais.

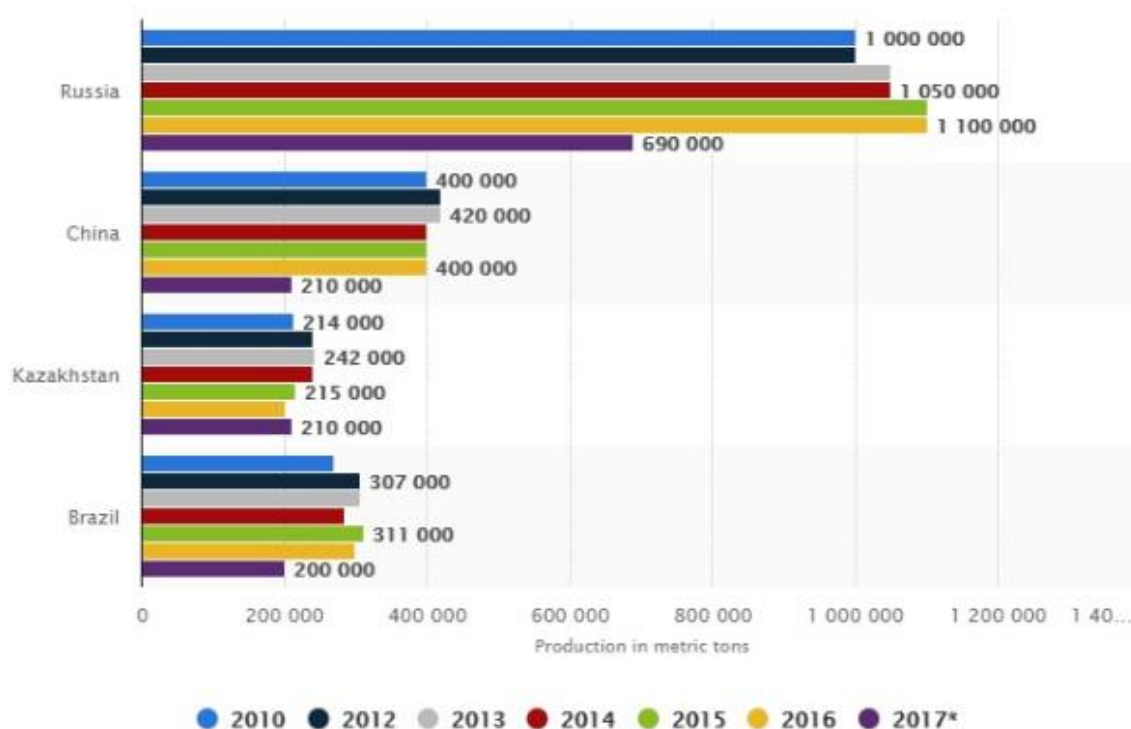
Os Estados Unidos da América continuam a importar e a utilizar amianto [23]. Em 2016 foram importadas 340 toneladas de amianto crisótilo, 95% das quais do Brasil e 5% da Rússia [24]. Os motivos pelos quais os Estados Unidos da América continuam a permitir a utilização de amianto não foram estudados nesta dissertação. Contudo, existe a percepção de serem um país com uma propensão para a utilização de recursos de baixo custo no investimento de infraestruturas. Sendo o amianto uma matéria prima de baixo custo e de fácil aplicação, nomeadamente no setor da construção civil, é de considerar a possibilidade de essa provável propensão constituir um motivo para este país continuar a adiar a proibição de amianto. Apesar de continuarem a utilizar amianto do grupo de minerais crisótilo, os Estados Unidos da América determinam limites de exposição profissional idênticos aos adotados por outros países industrializados que proibiram a utilização de amianto, como a Austrália e os países membros da União Europeia. A *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), a agência americana responsável pela fiscalização das normas de proteção de segurança e saúde dos trabalhadores, determina um limite de exposição profissional de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> para um período de 8 horas de trabalho diárias. Esta agência determina que o mesmo limite possa ser prolongado até 1 fibra/cm<sup>3</sup> desde que o período de exposição não exceda 30 minutos [25]. Também no caso dos Estados Unidos da América não foi possível determinar com clareza os motivos da OSHA adotar estes valores limites. Mais uma vez, tendo em conta que um destes valores é igual ao adotado pelos países membros da União Europeia e pela Austrália, países que adotam o método de filtro de membrana para determinar as concentrações de fibras para uma exposição profissional, é considerada a possibilidade de os Estados Unidos utilizarem também este método. Não foi determinado, com certeza, se estes valores se generalizam a todo o tipo de minerais de amianto, ou em particular, ao grupo de minerais crisótilo.

O Brasil apresenta um registo histórico importante na produção e consumo de amianto. Começou por proibir a produção, comercialização e utilização de amianto do grupo das anfíbolos, em 1995 [26]. Em 2016, foi o terceiro maior produtor mundial de amianto crisótilo com cerca de trezentas mil toneladas produzidas (figura 2.5). Recentemente, em 2017, o Supremo Tribunal Federal proibiu a produção, comercialização e utilização de amianto crisótilo [27]. Em relação à determinação de limites de exposição profissional, uma investigação realizada em 2013 sobre a

exposição profissional ao amianto no Brasil, revelou que, neste país, o limite de exposição profissional a fibras de amianto é de 0,4 fibras/cm<sup>3</sup> [28]. Desconhece-se o período de exposição para o qual este limite é válido. Apesar de também não ter sido possível determinar os motivos que levam a legislação brasileira a determinar este valor, verifica-se que o mesmo se diferencia bastante do adotado pela maioria dos países industrializados, 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>. Uma possibilidade a considerar é a de ser utilizado, para determinação de concentração de fibras em zona de exposição profissional, um método de quantificação diferente do método de filtro de membrana, na medida em que este é o método utilizado por países que adotam o limite de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>, como a Austrália e os países membros da União Europeia.

Nos países asiáticos, em particular nos países em desenvolvimento, verifica-se uma abordagem diferente daquela que se verifica nos países industrializados, quer na produção, quer nos limites de exposição profissional. Três dos cinco maiores produtores mundiais de amianto encontram-se na Ásia, nomeadamente a Rússia, a China e o Cazaquistão [29] (figura 2.5). Isto pode ser visto como um dos motivos pelos quais o amianto continua a ser utilizado nestes países. Pode ser considerada a possibilidade de a produção de uma matéria-prima de baixo custo como o amianto, sem necessidade de importação, ser motivo para investir no amianto como matéria-prima de investimento para as suas infraestruturas. Paralelamente, os maiores consumidores de amianto no mundo encontram-se também na Ásia, sendo responsáveis por dois terços do consumo mundial. Em 2011, três dos cinco maiores consumidores mundiais eram asiáticos, nomeadamente, a Rússia, a China e o Cazaquistão [29], sendo exatamente estes os maiores produtores. Atendendo a esta relação diretamente proporcional entre a produção e o consumo de amianto nestes países, é naturalmente uma forte possibilidade considerar que esta relação possa ser interpretada como uma estratégia económica, no sentido de aproveitar uma matéria-prima autoproduzida, sem qualquer necessidade de importação, em setores que permitam um crescimento da economia.





**Figura 2.6** - Países maiores produtores mundiais de amianto entre 2010 e 2017 [30]

Existem outros países que, embora não produzam à mesma escala que os três países anteriormente referidos, continuam entre os maiores consumidores de amianto no mundo. São os casos da Índia, com 17% de consumo mundial, da Indonésia, com 5% desse consumo, e da Tailândia e do Vietname, com 4% cada um [29]. Por sua vez verifica-se uma tendência para uma relação diretamente proporcional entre o consumo e os limites de exposição ocupacional nestes países. Verifica-se nestes países asiáticos um distanciamento nos limites de exposição profissional em relação aos países ocidentais, existindo, em regra, limites de exposição ao amianto superiores aos destes. Na tabela 2.3 são apresentados os valores de limite de exposição profissional ao amianto em alguns países asiáticos. Para estes países desconhece-se também o período de exposição para o qual os respetivos limites são válidos.

**Quadro 2.3** - Limites de exposição profissional em alguns países em desenvolvimento

País	Limite de exposição profissional (fibras/cm <sup>3</sup> )
Índia	2 [31]
China	0,8 [32]
Filipinas	2 [33]
Tailândia	5 [34]
Vietname	1 [33]

Não deixa de ser curioso que outros países asiáticos, como o Japão e a Coreia do Sul, que, à semelhança de muitos outros países industrializados, proibiram a utilização de amianto,

determinem limites de exposição profissional de 0,15 [35] e 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> [36], respetivamente. Este facto demonstra a propensão que os países em desenvolvimento, produtores e consumidores de amianto apresentam em determinar limites de exposição profissional elevados em comparação com os países industrializados. Esta situação pode ser justificada pela perceção que existe no mundo de os países em desenvolvimento serem mais condescendentes em relação às leis laborais, nomeadamente em relação àquelas que definam a proteção e saúde dos trabalhadores. Não tendo sido encontrada informação que aborde o tema, é de considerar, de igual modo, a possibilidade de estes países desenvolverem um método de ensaio de determinação de concentração de fibras libertadas durante a exposição profissional diferente do método de filtro de membrana, utilizado em alguns países industrializados.

O estudo realizado nesta dissertação concluiu, assim, que existe uma diferença acentuada nos limites de exposição profissional entre os países industrializados e os não industrializados ou em desenvolvimento.

## **2.4 Riscos do amianto para a saúde humana**

A medicina, até aqui, tem revelado que a exposição às fibras de amianto provoca essencialmente doenças ao nível do aparelho respiratório, nomeadamente o mesotelioma, o cancro do pulmão e a asbestose [37]. A asbestose e o cancro do pulmão são doenças habitualmente mais associadas à exposição ao grupo das anfíbolas do que ao grupo das serpentinas, sendo baixos os índices de cancro do pulmão associados em exclusivo à exposição ao amianto crisótilo. Em comparação com o grupo das serpentinas, o grupo das anfíbolas está associado a um maior risco de doenças em mineiros e trabalhadores da construção civil [38].

A maioria das fibras de amianto inaladas podem ser mecanicamente retiradas do sistema respiratório, sendo apenas as fibras com diâmetro aerodinâmico compreendido entre 7 a 10 micrómetros (µm) capazes de atingir os alvéolos. As partículas que não são possíveis de ser retiradas do sistema respiratório causam irritação permanente capaz de provocar alterações no parênquima pulmonar ou pleural. O comprimento considerado crítico das fibras de amianto é de 17 µm. Apenas pequenas fibras de amianto crisótilo, assim como as fibras rígidas de crocidolite e outro tipo de fibras do grupo das anfíbolas podem penetrar nos alvéolos e induzir alterações patológicas no pulmão [39].

As fibras de amianto podem permanecer nos pulmões por longos períodos de tempo e a fibrose resultante da sua presença pode ser desenvolvida durante muitos anos, mesmo após o fim da exposição [37].

No que diga respeito ao grau de nocividade dos grupos de minerais que constituem as fibras de amianto, é conhecido que o grupo da crocidolite é o mais cancerígeno enquanto que o grupo do crisótilo é considerado o menos prejudicial [40].

### **2.6.1 Mesotelioma**

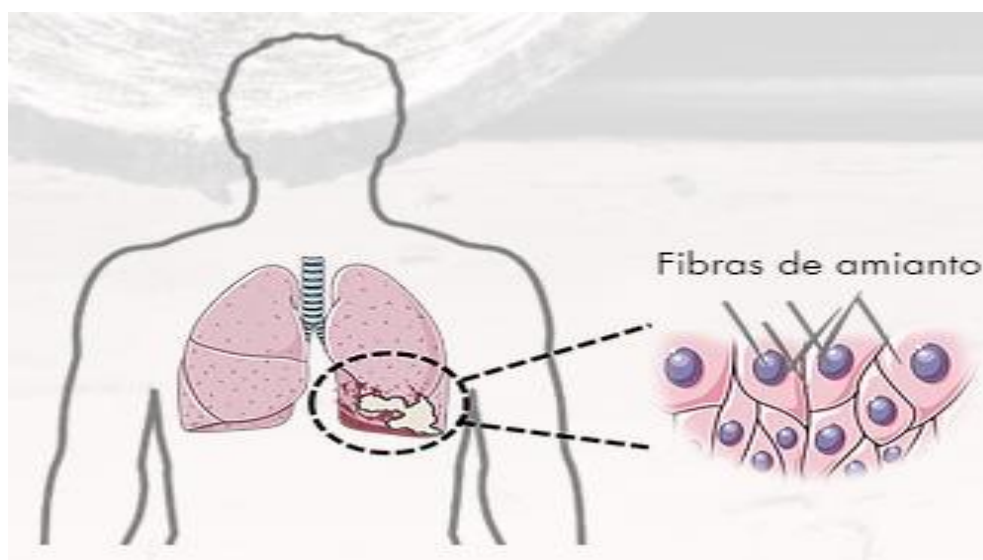
Trata-se de um cancro raro que surge na pleura e no peritoneu. 80% dos casos de mesotelioma maligno ocorrem em trabalhadores sujeitos às fibras de amianto e, por vezes, em familiares seus. O período médio entre a primeira exposição às fibras de amianto e o diagnóstico de mesotelioma maligno decorre entre 35 a 40 anos [38]. Em 60% dos casos, os sintomas do

mesotelioma resumem-se a dor torácica, dispneia e derrame pleural [41]. Segundo um artigo publicado pela revista *The New England Journal of Medicine*, existe um conjunto de informação que sustenta o facto de os minerais do grupo das anfíbolos, nomeadamente a crocidolite, amosite e tremolite serem maioritariamente, senão totalmente, os principais agentes causadores de mesotelioma maligno humano [38].

Até 2035 prevê-se um número de mortes de cerca de 250.0000 trabalhadores do sexo masculino por mesotelioma maligno na europa ocidental. Prevê-se que a maioria deste número de mortes ocorra em canalizadores, eletricitas e outros trabalhadores da construção civil [42]. Nos Estados Unidos existe uma taxa de mortalidade igual à taxa de incidência desta doença, estimando-se uma média anual de 2000 mortes [43].

Em Portugal registou-se no período entre 2000 e 2011 um total de 427 internamentos hospitalares devido a mesotelioma, dos quais 88 deram origem a óbitos [44].

Na figura 2.9 está representado um esquema do mesotelioma no organismo humano.

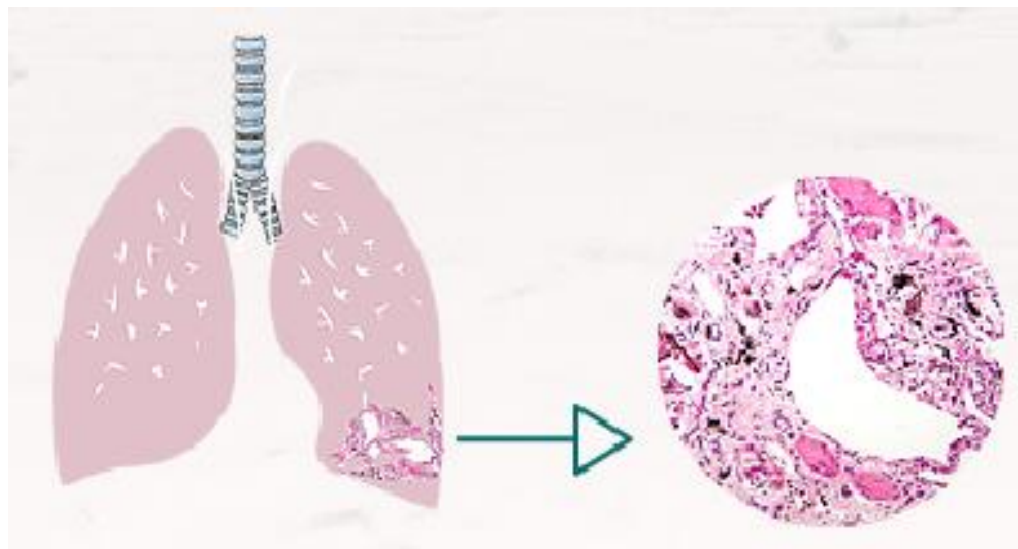


**Figura 2.7** - Representação esquemática do mesotelioma [45]

### **2.6.2 Asbestose**

É provocada por uma exposição prolongada ao amianto, aproximadamente entre 10 a 30 anos após a primeira exposição, a uma média de inalação de 25 fibras por ano [40]. É caracterizada como uma fibrose pulmonar intersticial e manifesta-se através de tosse, dispneia, baqueteamento digital e insuficiência cardíaca [38]. A inalação de fibras de amianto induz um processo de inflamação crónica no interstício provocando distúrbios na membrana alvéolo-capilar. A acumulação de células inflamadas causa uma inflamação que pode afetar a pleura, inflamação essa que por sua vez pode causar uma fibrose irreversível das paredes alveolares [39]. A gravidade da asbestose depende da quantidade de fibras de amianto a que cada indivíduo está sujeito, bem como do período decorrido desde a primeira exposição. Contudo, o seu desenvolvimento é um processo lento e mesmo que as poeiras sejam grossas, raramente conduz a uma fibrose suficiente para causar a morte em menos de 10 anos [37]. Nos Estados Unidos

registrou-se, em 2000, um total de 200.000 casos de asbestose, dos quais 2000 resultaram em óbitos [43].



**Figura 2.8** - Corte esquemático de pleura com asbestose [46]

### **2.6.3 Cancro do pulmão**

Os sintomas desta doença incluem tosse crônica, dispneia, dor torácica bem como rouquidão [40]. O período decorrente entre a primeira exposição e o aparecimento da doença é em média entre 20 a 30 anos, sendo o seu aparecimento raro em população não fumadora [38]. Apesar de poder ocorrer em população não fumadora exposta ao amianto, o risco é muito mais elevado em população fumadora que esteja exposta ao amianto [43]. Um período de 1 ano de grande exposição ou um período de exposição moderada às fibras de amianto entre 5 a 10 anos pode aumentar o risco de cancro do pulmão em duas vezes [47]. Em relação ao número de mortes por cancro do pulmão provocado pelas fibras de amianto estima-se que, nos Estados Unidos, tenha havido uma média anual de 3200 entre 1985 e 2009 [43].

### **2.6.4 Doença pleural benigna**

Além das principais doenças referenciadas, existem quatro tipos de disfunções da doença pleural benigna associadas à exposição ao amianto. São elas a efusão benigna pleural, placas pleurais, fibrose pleural e atelectasia arredondada. Em relação à efusão benigna pleural, sabe-se que ocorre numa pequena percentagem de trabalhadores expostos ao amianto, em concentrações elevadas, geralmente menos de 20 anos após a primeira exposição [38].

### **3. MATERIAIS COM AMIANTO EM EDIFÍCIOS**

O amianto foi utilizado em larga escala, um pouco por todo o mundo, em diversos materiais de construção durante a segunda metade do século XX. Edifícios públicos como escolas, hospitais e edifícios governamentais foram correntemente construídos com elementos contendo fibras de amianto, desde coberturas de fibrocimento e tubos de abastecimento de água, a revestimentos de piso e teto. Em Portugal, há registo de um total de 2015 edifícios públicos com a presença de materiais com amianto, correspondendo a 16% do mesmo edificado [48]. Contudo, há igualmente registos de amianto em edifícios de habitação, nomeadamente de nível social.

Os seis minerais, anteriormente mencionados, que constituem a matéria-prima do amianto conferem-lhe características desejáveis para a sua utilização na indústria da construção civil, como sejam [4] :

- Elevada resistência à tração;
- Baixa condutibilidade térmica;
- Elevada resistência ao calor;
- Elevada resistência química.

É considerado um material que contenha amianto um material que na sua constituição apresente uma percentagem igual ou superior a 1% de amianto, em massa dos seus constituintes. Os materiais com amianto podem apresentar-se sob a forma de um estado friável ou não friável, consoante a sua propensão em libertar fibras. Um material contendo amianto no estado friável desagrega-se naturalmente sendo facilmente pulverizado ou reduzido a pó, libertando as fibras imediatamente após a sua quebra. Já um material no estado não friável tem uma probabilidade de libertação das suas fibras mais reduzida, atendendo a que é mais difícil a sua desintegração ou pulverização. Como exemplos de materiais friáveis existem os isolamentos de tubos de abastecimento de água quente, enquanto que como materiais não friáveis são exemplos as chapas de fibrocimento [49].

No quadro 3.1 são apresentados os principais materiais que contêm amianto utilizados ao longo do tempo na construção civil.

**Quadro 3.1** - Alguns dos materiais com amianto utilizados na construção civil [49]

<b>Material com amianto</b>	<b>Função</b>	<b>Localização</b>
Revestimentos aplicados à pistola (até 85% de amianto)	Isolamento térmico e acústico, proteção ao fogo e condensações	Estruturas de aço
Revestimentos de piso (até 25% de amianto)	Resistência à abrasão	Pavimentos, em rolos e ladrilhos
Materiais de enchimento a granel (até 100% de amianto)	Isolamento térmico e acústico	Sótãos, courettes, isolamento térmico em caixas-de-ar, portas corta-fogo
Guarnições, embalagens, cordões e tecidos (entre 1 a 100% de amianto)	Isolamento térmico e vedante	Tubagens e caldeiras, selantes resistentes ao calor (cordões de isolamento em juntas de tubagem e selagem de condutas, argamassas para assentamento de alvenaria)
Paredes, painéis e tetos falsos (até 100% de amianto)	Proteção contra incêndios, isolamento térmico e acústico	Painéis sanduiche, divisórias, placas para tetos
Cartão, papel e produtos de papel (90 a 100% de amianto)	Isolamento térmico e proteção contra incêndios	Materiais compósitos com aço, revestimentos de paredes (ex: gesso cartonado), revestimento de painéis combustíveis e isolamento de tubos corrugados
Fibrocimento (10 a 15% de amianto)	Revestimentos de paredes e proteções contra intempéries	Forros de paredes e tetos, proteções de lareiras, produtos moldados pré-fabricados (coletores e condutas de água, esgotos e incêndio, condutas de ventilação, calhas e condutas para cabos)

Descrevem-se alguns dos materiais com amianto mais utilizados em edifícios, a sua localização e o contexto em que as fibras de amianto neles se inserem.

### 3.1 Chapas de fibrocimento

Uma grande percentagem de elementos construtivos com incorporação de amianto diz respeito às telhas ou placas de fibrocimento existentes em coberturas (figura 3.1). Em Portugal estima-se a existência de 600 hectares de coberturas de fibrocimento contendo amianto [50]. Este sistema de coberturas foi utilizado em larga escala em edifícios como [51]:

- Indústrias;
- Escolas;
- Pavilhões desportivos;
- Instalações agropecuárias;
- Habitações multifamiliares em meio urbano.

Entre as suas principais vantagens destacam-se o seu baixo custo, a facilidade de montagem, a boa resistência aos esforços de tração, compressão e flexão [52]. A sua fixação ao elemento de suporte é realizada através de grampos, parafusos “tirefond” e buchas auto expansivas [52].



**Figura 3.1** - Exemplo de cobertura de fibrocimento em pavilhão desportivo

Estes materiais encontram-se no estado não friável, na medida em que as fibras de amianto se encontram aglutinadas no cimento, sendo as probabilidades de libertação para o ambiente exterior ou interior muito reduzidas. Contudo, torna-se interessante compreender o comportamento destes materiais quando sujeitos a potenciais agentes agressores, como os

atmosféricos. A título de exemplo, apresenta-se uma investigação realizada pela Universidade de São Paulo com o objetivo de avaliar o efeito da chuva ácida sobre chapas de fibrocimento [53]. Segundo esta investigação, foram analisadas amostras destas chapas em duas cidades do Brasil, São Paulo e Criciúma. Em São Paulo foram recolhidas amostras de chapas com 37 anos, enquanto em Criciúma foram recolhidas amostras de chapas com 30 anos localizadas numa zona de intensa atividade industrial. Para as amostras recolhidas em São Paulo, os resultados não apresentaram sinais significativos de degradação. Nas amostras recolhidas em Criciúma registou-se uma baixa resistência mecânica acompanhada por uma elevada porosidade quando comparada com as amostras recolhidas em São Paulo. Essa elevada porosidade nas amostras recolhidas em Criciúma, quando comparada com as recolhidas em São Paulo, foi acompanhada pela observação de fibras de amianto à sua superfície. Segundo a mesma investigação, a chuva ácida resultante da dissolução de sulfatos libertados pela intensa atividade industrial de Criciúma pode estar na origem deste fenómeno. O ataque dos sulfatos aos aluminatos do cimento dá origem a sulfoaluminato de cálcio, um produto designado por ettringite, o qual é expansivo. Este ataque dos sulfatos pode ter desencadeado um fenómeno de lixiviação, no qual os materiais são dissolvidos e transportados pela água e depositados num local diferente do original. Como tal, as consequências da lixiviação são um aumento da porosidade associada a uma diminuição da resistência mecânica do material. Esta investigação permite concluir uma evolução diretamente proporcional entre o aumento da lixiviação e o aumento de fibras de amianto eventualmente libertadas para o ambiente [53].

Outros agentes de agressão a que as chapas podem estar sujeitas prendem-se com as ações relacionadas com a manutenção da cobertura, como os resultantes das ações de quem a elas acede. É compreensível que uma chapa de fibrocimento com amianto pode constituir um fator de risco diferente nos ambientes interior e exterior dos edifícios a que pertence. Enquanto que a libertação de fibras para o ambiente exterior pode ser rapidamente desvanecida, a mesma libertação no ambiente interior apresenta probabilidades muito maiores de entrar em contacto com os utilizadores do edifício. Considere-se o caso apresentado nas figuras 3.1 e 3.2 de um compartimento de trabalho situado numa moradia unifamiliar, não existindo qualquer revestimento interior sob a chapa de fibrocimento. As possíveis degradações que estes materiais possam estar sujeitos, resultantes da ação dos agentes agressores anteriormente referidos, podem ter um impacto consideravelmente reduzido nos utilizadores do espaço que se encontre nestas condições, caso a chapa de fibrocimento esteja revestida interiormente por um forro contínuo a confinar a chapa do ambiente interior.





**Figura 3.2** - Compartimento com cobertura em chapas de fibrocimento com amianto



**Figura 3.3** - Revestimento interior da cobertura apresentada na figura anterior

### **3.1.1 Processo de fabrico do fibrocimento**

Descreve-se aqui o processo de fabrico do fibrocimento constituente das chapas de coberturas e de outros materiais com amianto. À semelhança do processo de fabrico do cimento, o fibrocimento apresenta duas vias de fabrico, a seca e a húmida. No processo de fabrico por via húmida, é inicialmente formada uma suspensão aquosa constituída por fibras de amianto, cimento Portland, sílica e água. Numa máquina, esta suspensão é transferida através de um tubo para uma balança que contém agitadores e um cilindro moldador. A água presente na

suspensão, ao passar pelo fio de revestimento do cilindro moldador, causa a deposição do material sólido nesse mesmo fio, sendo depois continuamente transferido deste fio para um longo cordão. Este cordão, contendo o material depositado, passa depois por uma caixa de sucção, a qual remove uma grande percentagem de água presente na suspensão inicialmente constituída. Este material continua depois a ser conduzido pelo cordão em direção a um mandril, onde é sujeito a um determinado número de voltas sob determinadas condições de pressão até formar um tubo. Após a formação deste tubo, a máquina deixa de funcionar e é inserida uma fina ferramenta entre a parede interior do tubo e a superfície do mandril. A máquina é novamente ligada e é introduzida uma pressão a partir de duas roldanas, formando a peça que constituirá a tubagem final [54].

Na via seca é utilizada uma mistura de cimento Portland com fibras de amianto, acrescida por uma certa quantidade de pigmentos. Esta matéria-prima é inicialmente colocada num depósito que descarrega a mesma para um transportador, o qual estando em movimento, a conduz para uma câmara. Nesta câmara, a mistura é homogeneizada ao longo da sua profundidade em agitadores dispostos em pares que giram sobre si mesmos, a uma velocidade variada entre 200 a 1000 rpm (rotações por minuto). A matéria resultante desta homogeneização acaba depositada numa membrana situada no fundo da câmara. Nesta zona, existe um cordão que recolhe o material filtrado e o conduz para um conjunto de rolos de superfície contínuos, através dos quais adquire uma moldagem mais desejável. O material constituído é conduzido, desta vez para um depósito, onde lhe é adicionado água. Depois passa por um rolo compressor onde adquire a forma de molde, e posteriormente sobre um segundo rolo que corta este molde em segmentos com o comprimento e amplitude desejadas, formando as chapas de fibrocimento [55].

### **3.2 Revestimentos de piso**

Em revestimentos de piso, é conhecido que o amianto foi utilizado, pelo menos, através do grupo de minerais das anfíbolos, nomeadamente a amosite, e através do grupo de minerais das serpentinas, o crisótilo [56].

Um dos revestimentos de piso onde se conhece terem sido incorporadas fibras de amianto são os vinílicos, nomeadamente na forma de ladrilhos (figura 3.4). Este tipo de revestimento apresenta uma espessura média entre 2 a 3 milímetros e consiste numa solução à base de resinas vinílicas, plastificantes, corantes, fibras de amianto e cargas minerais [57]. Os revestimentos de piso vinílicos, atendendo ao seu baixo custo e resiliência, foram amplamente utilizados em locais com elevada utilização e sujeitos a um elevado desgaste, como escolas, hospitais e escritórios. A mistura de fibras de amianto nestes revestimentos veio reforçar as suas características de resiliência [58].



**Figura 3.4 -** Revestimento de piso vinílico com amianto [59]

Existem classificações para revestimentos de piso que recomendam certos valores para determinados parâmetros que estes revestimentos devem satisfazer. Uma destas classificações é a classificação UPEC que se destina a classificar os revestimentos de piso de acordo a sua utilização para determinados locais, destinados essencialmente à circulação e permanência de pessoas [60]. Se determinado revestimento obtiver uma classificação igual ou superior à do local, considera-se que o revestimento é adequado para esse local. Os parâmetros utilizados por esta classificação são a resistência ao uso(U), ao punçoamento (P), à água (E) e aos agentes químicos (C). No quadro 4.9 apresentam-se os índices com que cada parâmetro pode ser classificado.

**Quadro 3.2 -** Exigências da classificação UPEC [60]

<b>Critério</b>	<b>Índices Possíveis</b>
U (Uso)	1, 2, 2s, 3, 3s, 4
P (Punçoamento)	1, 2, 3, 4
E (Eau)	0,1,2, 3
C (Chimique)	0, 1, 2, 3

Descrevem-se, a seguir, cada um dos critérios da classificação UPEC [61].

- **Uso (U)**- Compreende os efeitos da circulação normal das pessoas (Abrasão, Despolimento, Sujidade, Gordura, Vincos, Alteração da textura do pelo, no caso de revestimentos têxteis);
- **Punçoamento (P)**- Compreende as ações de pés e rodas de móveis, queda de objetos, tacões pontiagudos (Cortes, Mossas, Arrancamentos);
- **Eau (E)**- Compreende os efeitos da água e da humidade;
- **Chimique (C)**- Compreende os efeitos químicos ou físico-químicos de produtos alimentares, de limpeza, farmacêuticos e químicos (Nódoas indesejáveis que afetam a durabilidade).

Outra classificação importante é a GW's, específica para revestimentos de plástico. Esta classificação tem em conta as ações mecânicas devidas ao uso e punçoamento, através de um índice associado à letra G [60], e um efeito associado à presença frequente ou muito frequente de água, associados respetivamente à letra W e W<sub>s</sub> [60]. No quadro 3.2 são apresentados os índices correspondentes à inicial G.

**Quadro 3.3** - Exigências da classificação Gw's [62]

Classificação	Tipo de utilização	
	Individual	Coletiva
G1	Ligeira	—
G2	Normal	Ligeira
G3	Intensa	Normal
G4	—	Normal (mobiliário e rodas)
G5	—	Intensa

O facto de os revestimentos de piso de policloreto de vinilo satisfazerem as exigências destas duas classificações, para cada requisito, pode constituir um fator importante para evitar a libertação de fibras para o ambiente ocupacional.

### 3.3 Tetos falsos

Em tetos falsos foram também incorporadas fibras de amianto do grupo de minerais das anfíbias, nomeadamente a amosite e a crocidolite, e através do grupo de minerais das serpentinas, o crisótilo [56]. Nestes materiais o amianto pode ter sido utilizado no estado friável e não friável. Enquanto que no estado friável foi utilizado como sendo colocado sobre os painéis após a colocação destes em obra, no estado não friável foi utilizado como sendo incorporado no interior dos painéis que constituem o próprio teto, aquando do fabrico destes.

Entre os materiais de tetos falsos que foi possível conhecer com amianto, destacam-se as placas de gesso cartonado [63].

As boas propriedades de incombustibilidade das fibras de amianto podem ter sido um motivo para a sua incorporação nestes materiais, na medida em que vieram reforçar a resistência ao fogo do material em que se inserem. Além disso, quando integradas em painéis de tetos falsos, podem constituir um material poroso e, deste modo, conduzir a boas propriedades de isolamento acústico. É conhecido que uma onda sonora ao incidir sobre um material poroso é pouco refletida, penetrando quase na totalidade no material ao dissipar energia sob a forma de calor por atrito do ar existente nos poros [64]. Deste modo, acredita-se que a incorporação de fibras de amianto em placas de tetos falsos veio favorecer a componente acústica deste material.

O risco que estes materiais podem representar para os utilizadores do edifício onde se encontram varia, entre outros fatores, com o seu estado de conservação e com as condições de utilização. Naturalmente, tetos falsos com amianto de um edifício como um escritório, cujos utilizadores estejam em atividade de repouso durante um longo período de tempo, tem um impacto diferente de um compartimento com o teto nas mesmas condições, mas cujas condições de utilização sejam de curta duração, sem permanência dos seus utilizadores.

Na figura 3.5 apresenta-se um exemplo de uma placa de teto falso com fibras de amianto.



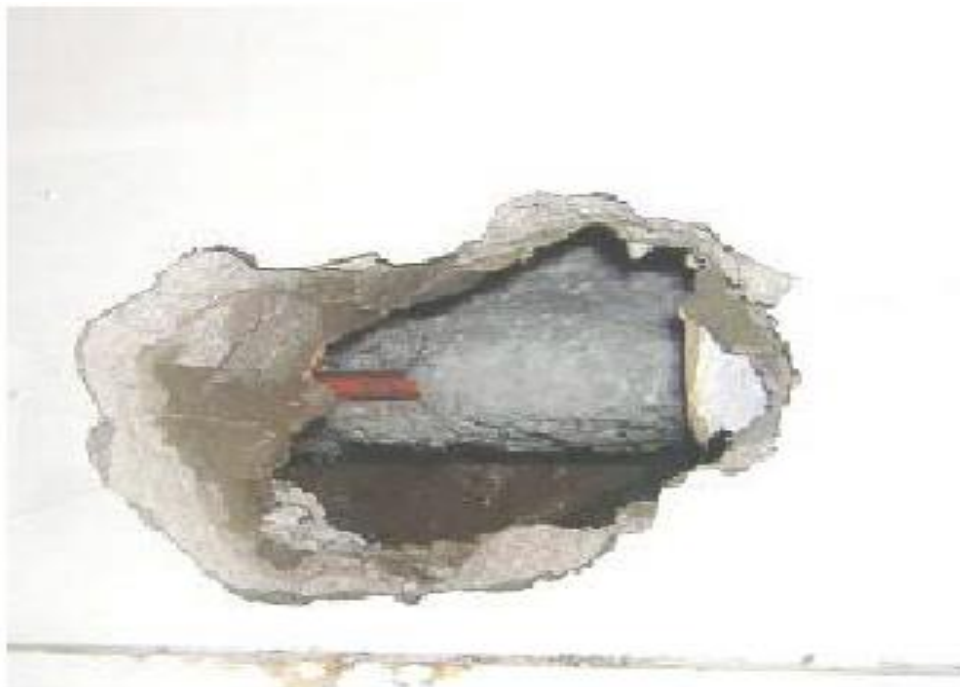
**Figura 3.5** - Exemplo de placas de teto falso com amianto [65]

### 3.4 Tubagens de abastecimento de água e tubos de drenagem de águas pluviais

As fibras de amianto foram incorporadas nestes materiais através do grupo de minerais das anfíbolas, nomeadamente a amosite e crocidolite, e através do grupo de minerais das serpentinas, o crisótilo [56].

É importante fazer uma distinção entre a utilização de fibras de amianto em tubagens de abastecimento de água fria e em tubos de drenagem de águas pluviais e a utilização das mesmas fibras em isolamento de tubagens de abastecimento de água quente. As tubagens de abastecimento de água fria em fibrocimento e os tubos de drenagem de águas pluviais, também em fibrocimento, foram utilizados no estado não friável [67, 59]. Neste estado as fibras de amianto estão incorporadas no cimento constituinte dos tubos. No estado friável foram utilizados isolamentos de tubagens de abastecimento de água quente [57]. Neste estado as fibras de amianto não estão incorporadas em qualquer material, constituindo elas próprias o isolamento dos tubos de abastecimento de água quente. As tubagens de abastecimento de água fria em fibrocimento podem estar localizadas, à semelhança de outros, à vista ou confinados noutros elementos como paredes (figura 3.6). De igual modo, as tubagens de abastecimento de água quente isoladas com amianto podem estar localizadas num outro meio confinado (figura 3.7). Este modo de confinamento pode inviabilizar um possível contacto com os utilizadores do edifício onde estes materiais se encontram.

Os agentes de agressão a que as tubagens de abastecimento de água estão sujeitas podem estar relacionados com causas fortuitas relacionadas com uma possível rotura do tubo.



**Figura 3.6** - Tubo de abastecimento de água em fibrocimento embutido em parede [67]





**Figura 3.7** - Tubo de abastecimento de água quente isolado por amianto aparentemente confinado noutro meio [68]

No que diz respeito aos tubos de drenagem de águas pluviais em fibrocimento, muitos estão localizados à vista no exterior do edifício onde se encontram (figura 3.8).



**Figura 3.8** - Tubo de queda de águas pluviais em fibrocimento [69]

### **3.5 Painéis rígidos**

As fibras de amianto foram também incorporadas em materiais pré-fabricados como painéis rígidos para aplicação em diferentes elementos, nomeadamente, paredes divisórias (figura 3.9) ou portas interiores corta fogo (figura 3.10). O estado de incorporação das fibras

nestes materiais foi o friável, se a sua incorporação tenha sido realizada de forma isolada, ou não friável, no caso de a mesma incorporação ter sido realizada com mistura de fibras de madeira e celulose [57]. Tratam-se de painéis com uma espessura variável, compreendida entre poucos milímetros a alguns centímetros, com uma massa volúmica de aproximadamente de 600 kg/m<sup>3</sup> [57].



**Figura 3.9** - Paineis divisório de amianto com madeira [57]

O risco destes materiais, colocados no interior do edifício, para os utilizadores varia consoante a frequência de utilização do espaço e o bloqueamento conferido pelo elemento de confinamento em que se inserem. O mesmo painel de divisão numa habitação, escritório ou qualquer outro espaço com presença assídua dos seus utilizadores tem naturalmente um impacto diferente de um compartimento para arrumos que implique uma presença pontual e temporária dos mesmos utilizadores. Tal como nos outros materiais até aqui referidos, com fibras de amianto na sua constituição, torna-se fundamental avaliar o risco de libertação de fibras em painéis rígidos consoante o local em que se inserem e o tipo de utilização desse local.





**Figura 3.10 - Porta corta-fogo com amianto [70]**

#### **4. METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE RISCO DE LIBERTAÇÃO DE FIBRAS DE AMIANTO**

Para conhecer o risco que um determinado material com amianto pode representar para os utilizadores do edifício onde se encontra, é fundamental partir de uma metodologia que quantifique o risco de fibras libertadas. Esta metodologia deve ser fundamentada em critérios que analisem, essencialmente, o estado de conservação e o contexto em que o material se insere. Com a aplicação desta metodologia, pretende-se obter um meio que permita tomar uma decisão no que diga respeito à solução para um determinado material com amianto. Naturalmente, que quanto maior for o risco de libertação de fibras, mais complexa será a solução a aplicar ao material.

Existe um documento legislativo italiano DGR n: VII/1439, de 4 de outubro de 2000 [71], o qual determina critérios de quantificação de risco de libertação de fibras para chapas de fibrocimento. Embora, como se verá mais à frente, existam critérios mais condicionantes para a libertação de fibras em chapas de fibrocimento do que aqueles referidos pelo documento legislativo italiano, a metodologia por ele determinada serve de ponto de partida para a quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento e nos restantes materiais referidos no capítulo anterior.

##### **4.1 Chapas de fibrocimento**

Como referido anteriormente, o documento legislativo [71] determina critérios para quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento. No quadro 4.1 apresentam-se esses critérios bem como as possíveis categorias de risco associadas.

**Quadro 4.1** - Critérios para quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento [71]

<b>Risco</b> <b>Critério</b>	1	2	3	4
A (Estado de conservação)	As fibras estão quase totalmente incorporadas	As fibras estão parcialmente incorporadas	Existem fibras facilmente removidas com pinças	_____
B (Presença de fissuração)	Ausente	Rara	Numerosa	_____
C (Friabilidade)	Quebra brusca com um soco	Rutura frágil	_____	_____
D (Risco superficial)	Não são libertadas fibras após esfrega da superfície com luvas	São libertadas fibras após esfrega da superfície com luvas	_____	_____
E (Acessibilidade)	Cobertura não acessível	Cobertura de acessibilidade limitada	Cobertura acessível	_____
F (Frequência de acesso)	Sem registo de acesso à cobertura	Acesso raro	Acesso frequente	_____
G (Estrutura de apoio)	Chapas apoiadas em lajes	_____	_____	Chapas apoiadas em vigas
H (Distância da janela)	Janelas distantes da cobertura	Janelas adjacentes à cobertura	_____	_____

O índice de risco a que uma chapa de fibrocimento está sujeita resulta no somatório das categorias de risco, atribuídas a cada critério, majorado por um coeficiente que tem em conta o efeito da idade da chapa, como indicado na expressão 4.1 [71].

$$\text{Índice de Risco} = (A + B + C + D + E + F) * V \quad (4.1)$$

O coeficiente majorante V, como representado no quadro 4.2, é tanto maior quanto maior for a idade da chapa de fibrocimento.

**Quadro 4.2** - Coeficientes majorantes de acordo com a idade da chapa [71]

V (coeficiente majorante)	Idade da chapa (em anos)
1	< 12
2	≥ 13 e ≤ 17
3	≥ 18 e ≤ 29
4	> 29

Depois de determinados os índices de risco é determinada uma solução a adotar para as chapas de fibrocimento consoante os resultados de índices de risco obtidos [71]. No quadro 4.3 apresentam-se as soluções determinadas para cada intervalo de índices.

**Quadro 4.3** - Soluções a adotar para chapas de fibrocimento com amianto de acordo com o índice de risco [71]

Índice de Risco	Solução
≥ 8 e ≤ 18	Não há intervenções a realizar. A análise é repetida dentro de 3 anos
≥ 19 e ≤ 76	Encapsulamento com revestimentos aglomerantes, confinamento com outro material, ou remoção da chapa
> 76	Remoção da chapa

Torna-se pertinente compreender como os intervalos de índices de risco foram obtidos. Considere-se a possibilidade mínima de risco, com o somatório das categorias de risco ser 1 em todas as categorias, para um coeficiente majorante igual a 1. Nestas condições o índice de risco determinado através da expressão 4.1 resulta em:

$$\text{Índice de Risco} = (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) * 1 = 8$$

Por sua vez, considerando a possibilidade do critério G apresentar a categoria de risco 4 e os restantes critérios a categoria de risco 2, para um coeficiente majorante 1, o índice de risco determinado através da expressão 4.1 resulta no valor abaixo indicado.

$$\text{Índice de Risco} = (2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 4 + 2) * 1 = 18$$

O valor de índice de risco igual a 76, o qual serve de limite entre o segundo e o terceiro intervalo, resulta na possibilidade de os critérios A, B, E e F apresentarem a categoria máxima de risco, igual a 3, do critério G apresentar a categoria de risco mínimo igual a 1, e dos restantes três critérios apresentarem a categoria de risco igual a 2, para um coeficiente majorante máximo igual a 4.

$$\text{Índice de Risco} = (3 + 3 + 2 + 2 + 3 + 3 + 1 + 2) * 4 = 76$$

A metodologia de quantificação de risco de libertação de fibras adotada nesta dissertação tem como ponto de partida este documento legislativo italiano referido. Contudo, pela análise do quadro 4.1 torna-se difícil compreender o significado de alguns critérios. Considere-se os critérios C e G. No caso do critério C, chama-se a atenção de existir a percepção, atendendo à sua descrição, de a friabilidade poder estar relacionada com a resistência mecânica e não com o estado de incorporação das fibras no material. Por sua vez o critério G refere-se à estrutura de apoio sobre a qual a chapa assenta. Considere-se também os critérios E e F, os quais abordam a acessibilidade e a frequência de acesso. É conhecido que uma cobertura constituída por chapas de fibrocimento, tratando-se de uma cobertura inclinada, implica necessariamente que o seu acesso seja de acessibilidade limitada para manutenção e limpeza da mesma, e não de acessibilidade livre. Existe a dúvida se este critério faz referência ao acesso pelo lado exterior ou interior da cobertura. Não sendo conhecido o fundamento do documento legislativo para a escolha destes critérios, é tomada a decisão de escolher outros que possam ser mais condicionantes no sentido de potenciar o risco de libertação de fibras. No quadro 4.4 sugerem-se esses critérios, sendo apresentadas para cada um deles, as possíveis categorias de risco. Por uma questão meramente simplificadora, no sentido de facilitar o trabalho de quem possa realizar a metodologia na prática, é decidido reduzir o número de categorias de risco para três, em comparação com o número determinado pelo documento legislativo italiano.

**Quadro 4.4** - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento

<b>Critério</b> \ <b>Ri</b>	1	2	3
<b>A</b> (Estado de conservação)	As fibras estão quase totalmente incorporadas	As fibras estão parcialmente incorporadas	Existem fibras facilmente removidas com pinças
<b>B</b> (Presença de fissuração)	Ausente	Rara	Numerosa
<b>C</b> (Resistência mecânica)	Sem rotura após queda de objeto	_____	Rotura frágil após queda de objeto
<b>D</b> (Resistência superficial à riscagem)	Não são libertadas fibras após risco da superfície	_____	São libertadas fibras após risco da superfície
<b>E</b> (Revestimento interior- Caso de desvãos habitáveis)	Existe revestimento sob a chapa	_____	Não existe revestimento sob a chapa

Na análise do quadro 4.4 verifica-se que existem critérios com apenas duas opções de categorias de risco possíveis de serem atribuídas. Isto deve-se ao facto de se considerar que os critérios em questão sejam taxativos quanto ao seu estado de conservação ou contexto em que se encontram. No caso do critério C não é adequado determinar uma rotura “intermédia” da chapa, na medida em que a mesma é passível apenas de ocorrer ou de não ocorrer. O mesmo princípio é aplicável aos critérios D e E.

Tome-se como exemplo que na análise às chapas de fibrocimento de uma determinada cobertura, são obtidas as categorias de risco apresentadas no quadro 4.5, para cada critério.

**Quadro 4.5** - Exemplo de atribuição de categorias de risco a uma chapa de fibrocimento

<b>Critério</b>	<b>Categoria de Risco (Ri)</b>
A	2
B	1
C	1
D	1
E	1
Total	6

No exemplo demonstrado no quadro 4.5, a chapa de fibrocimento analisada apresenta um somatório de categorias de risco igual a 6. Ao contrário do que o documento legislativo italiano determina [71], não é sugerido majorar o somatório das categorias de risco atribuídas a cada critério por um coeficiente que tenha em conta o efeito da idade da chapa. Esta decisão é tomada com base no facto de se considerar que a idade seja um fator que em nada condiciona o risco de libertação de fibras. Tome-se o exemplo de duas chapas cujos cinco critérios sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras se encontrem, em ambas, todos na categoria de risco 1, com a diferença de uma chapa ter uma idade de 20 anos e a outra de 50. Facilmente se compreende que a idade pode não ser um fator condicionante no risco de libertação de fibras. A investigação experimental apresentada no subcapítulo 3.1 é um bom exemplo de que a idade não é um fator condicionante na libertação de fibras, ao contrário dos agentes agressores a que a chapa possa estar sujeita. Deste modo, sugere-se que o índice de risco de libertação de fibras em chapas de fibrocimento seja determinado apenas pelo somatório das categorias de risco atribuídas a cada critério, como a expressão 4.2 indica.

$$\text{Índice de Risco} = (RiA + RiB + RiC + RiD + RiE) \quad (4.2)$$

No quadro 4.6 apresentam-se os possíveis índices a obter, em função do número de critérios que possam estar na mesma categoria de risco. O objetivo deste quadro é o de determinar possíveis intervalos de índices de risco para, deste modo, constituir agrupamentos de intervalos que possibilitem a tomada de uma decisão em relação a uma chapa analisada. Considere-se o exemplo da hipótese H1. Esta traduz a possibilidade mínima de risco de libertação de fibras de amianto numa chapa, ou seja, a de ela apresentar a categoria de risco 1 em todos os critérios, correspondendo a um índice de risco igual a 5. A hipótese H12, por sua vez, traduz a possibilidade máxima de risco, a de os cinco critérios se encontrarem na categoria de risco 3. Entre estas duas hipóteses existem as intermédias possíveis de obter.

**Quadro 4.6** - Índices de risco possíveis de obter para chapas de fibrocimento

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	5	5
H2	1	4	6
	2	1	
H3	1	3	7
	2	2	
H4	1	4	7
	3	1	
H5	1	3	8
	2	1	
	3	1	
H6	1	2	9
	2	2	
	3	1	
H7	1	2	10
	2	1	
	3	2	
H8	1	1	11
	2	2	
	3	2	
H9	1	1	13
	3	4	
H10	2	2	13
	3	3	
H11	2	1	14
	3	4	
H12	3	5	15

Com base nos resultados obtidos no quadro 4.6, são constituídos três intervalos entre estes valores, sendo atribuída, a cada um, uma solução que será tão mais complexa quanto maior for o intervalo. No quadro 4.7 apresenta-se a relação entre possíveis intervalos de valores de índice de risco a obter e as correspondentes soluções sugeridas.



**Quadro 4.7** - Soluções sugeridas a adotar para chapas de fibrocimento de acordo com o índice de risco

<b>Índice de Risco</b>	<b>Solução</b>
$< 7$	Medidas de vistoria e de manutenção
$\geq 7$ e $< 11$	Encapsulamento ou confinamento
$\geq 11$	Remoção

#### **4.2 Revestimentos de piso**

Para revestimentos de pisos, é seguida a mesma linha de raciocínio utilizada para chapas de fibrocimento, no sentido de atribuir categorias de risco a critérios que possam ser condicionantes na libertação de fibras.

Os critérios adotados para quantificação de fibras libertadas devem ter em conta, entre outras exigências, aquelas determinadas pelas classificações UPEC e GW's. São assim propostos alguns critérios que se consideram ser os mais críticos na utilização de um revestimento de piso e que, por isso, são os mais importantes a ter em conta numa possível libertação de fibras. No quadro 4.8 apresentam-se esses critérios, com três possibilidades de categorias de risco.

**Quadro 4.8** - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em revestimentos de piso

<b>Critério</b> \ <b>Ri</b>	1	2	3
<b>A</b> (Frequência de utilização)	Ligeira	Média	Acentuada
<b>B</b> (Punçoamento - Queda de objetos)	Não são libertadas fibras após queda de objeto	_____	São libertadas fibras após queda de objeto
<b>C</b> (Resistência superficial à riscagem)	Não são libertadas fibras após risco da superfície	_____	São libertadas fibras após risco da superfície
<b>D</b> (Ação da água)	Sem libertação de fibras após ação da água	_____	Libertação de fibras após ação da água
<b>E</b> (Ação de agentes químicos)	Sem libertação de fibras após ação destes agentes	_____	Libertação de fibras após ação destes agentes

O critério A pretende chamar a atenção para o tipo de utilização do piso. Uma utilização ligeira está relacionada com a utilização de um piso com pouca utilização por parte dos utilizadores do espaço. Já uma utilização acentuada está relacionada com a utilização de um piso de intenso tráfego como o de um hospital ou de uma escola. Além dos critérios referentes às classificações das exigências UPEC e GW's, é acrescido no quadro 4.8 o critério C referente à resistência superficial à riscagem. Este critério pretende simular as ações resultantes do arrastamento de móveis e equipamentos sobre o revestimento. À semelhança dos critérios adotados nas chapas de fibrocimento também alguns dos adotados para revestimentos de piso apresentam apenas duas categorias de risco possíveis de se lhes atribuir. Pelos mesmos motivos referidos nas chapas de fibrocimento, os critérios em causa são taxativos no sentido de permitirem ou não a libertação de fibras.

Na continuação da linha de raciocínio [71] sugere-se que o índice de risco seja determinado através do somatório das categorias de risco de todos os critérios sugeridos para quantificação de risco de liberação de fibras. Este índice de risco é obtido através da expressão 4.3, abaixo indicada.

$$\text{Índice de Risco} = (RiA + RiB + RiC + RiD + RiE) \quad (4.3)$$

Com base nesta expressão, é possível determinar variadas hipóteses de índices de risco a obter. No quadro 4.9 apresentam-se essas hipóteses, as quais resultam em função do número de critérios que possam estar na mesma categoria de risco. Para melhor compreensão do quadro 4.9, considere-se a hipótese H1. Esta hipótese aponta para os três critérios possíveis de serem analisados apresentarem todos uma categoria de risco igual a 1. Considere-se agora o exemplo da hipótese H2. Esta hipótese aponta para dois dos três critérios possíveis de serem analisados apresentarem uma categoria de risco igual a 1 (critérios B e C) e o restante critério uma categoria de risco igual a 2. Na mesma linha de raciocínio são determinadas as restantes possibilidades.

**Quadro 4.9** - Índices de risco possíveis de obter para revestimentos de piso

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	5	5
H2	1	4	6
	2	1	
H3	1	4	7
	3	1	
H4	1	3	8
	2	1	
	3	1	
H5	1	1	9
	2	4	
H6	1	2	10
	2	1	
	3	2	
H7	2	4	11
	3	1	
H8	2	3	12
	3	2	
H9	1	1	12
	2	1	
	3	3	
H10	2	2	13
	3	3	

O objetivo da realização do quadro 4.9 é o de permitir ter uma percepção da variação de índices de risco a obter, e com base nesta variação determinar soluções para o revestimento de piso analisado. No quadro 4.10 apresentam-se as soluções a adotar para cada intervalo de índices de risco.

**Quadro 4.10** - Soluções sugeridas para cada intervalo de risco em revestimentos de piso

Índice de Risco	Solução
< 7	Medidas de vistoria e de manutenção
≥ 7	Aplicação de um novo revestimento de piso, sem amianto, sobre o existente

Por motivos a ser explicitados no capítulo seguinte, não é tomada a decisão de adotar a remoção como possível solução para revestimentos de piso.

#### 4.3 Tetos falsos

No quadro 4.11 apresentam-se os critérios que se entendem ser os mais condicionantes no risco de libertação de fibras de amianto em placas de tetos falsos, e as categorias de risco possíveis de se lhes atribuir.

**Quadro 4.11** - Critérios e categorias de risco(Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em tetos falsos

<div> <div></div> <div>Ri</div> </div> <div>Critério</div>	1	2	3
A (Estado de conservação)	Teto intacto, com as fibras totalmente incorporadas	Sinais ligeiros de degradação, com provável risco de libertação de fibras	Sinais graves de degradação, com sério risco de libertação de fibras
B (Resistência superficial à riscagem)	Não são libertadas fibras após risco da superfície	—	São libertadas fibras após risco da superfície
C (Utilização do espaço)	Ligeira	Média	Acentuada
D (Juntas entre placas)	Juntas vedadas, sem libertação de fibras	—	Verifica-se libertação de fibras pelas juntas

Chama-se a atenção para o critério C, e para o significado das categorias de risco atribuídas. Uma utilização ligeira refere-se a um local de passagem, com um tempo de

permanência muito curto, como seja um corredor. Já uma utilização acentuada refere-se a um tempo de permanência dos utilizadores de longa duração, como seja a sala de espera de um hospital ou uma sala de aula.

Na continuação da linha de raciocínio até aqui seguida, sugere-se que o índice de risco seja resultado do somatório de todas as categorias de risco atribuídas a cada critério, como indicado na expressão 4.4.

$$\text{Índice de Risco} = (RiA + RiB + RiC + RiD) \quad (4.4)$$

Com base nesta expressão, determinam-se as possíveis hipóteses de índices de risco, na mesma linha de raciocínio dos materiais anteriormente referidos. No quadro 4.12 apresentam-se essas hipóteses.

**Quadro 4.12** - Índices de risco possíveis de obter para tetos falsos

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	4	4
H2	1	3	5
	2	1	
H3	1	3	6
	3	1	
H4	1	2	7
	2	1	
	3	1	
H5	1	1	8
	2	2	
	3	1	
H6	1	2	8
	3	2	
H7	1	1	9
	2	1	
	3	2	
H8	1	1	10
	3	3	
H9	2	1	11
	3	3	
H10	3	4	12

Atendendo às hipóteses de índices de risco apresentadas no quadro 4.12, são determinados intervalos de índices de risco e atribuída uma solução a cada um deles. No quadro 4.13 são sugeridos esses intervalos e sugeridas as soluções para cada um deles.

**Quadro 4.13** - Soluções sugeridas para cada intervalo de risco em tetos falsos

Índice de Risco	Solução
< 6	Medidas de vistoria e de manutenção
≥ 6	Remoção do teto, com aplicação de um novo material sem amianto

Por motivos que serão explicitados no capítulo seguinte, para tetos falsos não é determinada nenhuma solução que implique o seu confinamento.

#### 4.4 Tubagens de abastecimento de água e de drenagem de águas pluviais

Continuando, para estes materiais, a mesma linha de raciocínio até aqui seguida, apresentam-se no quadro 4.14 os critérios que podem ser condicionantes na libertação de fibras em tubos de fibrocimento de abastecimento de água fria e de drenagem de águas pluviais, assim como as possíveis categorias de risco.

**Quadro 4.14** - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em tubagens de abastecimento de água fria e em tubos de drenagem de águas pluviais, em fibrocimento

Critério \ Ri	1	2	3
A (Estado de conservação)	As fibras estão quase totalmente incorporadas	As fibras estão parcialmente incorporadas	Existem fibras facilmente removidas
B (Resistência superficial à riscagem)	Não são libertadas fibras após risco	—	São libertadas fibras após risco

Os critérios apresentados no quadro 4.14 dizem respeito a tubos de abastecimento de água fria em fibrocimento que possam estar localizados à vista e a tubos de drenagem de águas pluviais, também localizados à vista. Considera-se que para estes materiais que possam estar confinados noutros elementos, como paredes, não faz sentido adotar critérios de quantificação de risco na medida em que o seu possível contacto com os utilizadores do edifício está necessariamente confinado.

Sugere-se, à semelhança dos restantes materiais referidos anteriormente, que a determinação do índice de risco que um tubo de abastecimento de água ou de drenagem de

águas pluviais possa representar, passe pelo somatório das categorias de risco atribuídas a cada critério, como indicado na expressão 4.5.

$$\text{Índice de Risco} = (RiA + RiB) \quad (4.5)$$

No quadro 4.15 apresentam-se os possíveis índices de risco a obter para estes tubos de abastecimento de água fria e para tubos de drenagem de águas pluviais, em fibrocimento.

**Quadro 4.15** - Índices de risco possíveis de obter para tubos de fibrocimento de abastecimento de água fria e de drenagem de águas pluviais

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	2	2
H2	1	1	3
	2	1	
H3	1	1	4
	3	1	
H4	2	1	5
	3	1	
H5	3	2	6

Atendendo às cinco hipóteses de índices de risco possíveis de obter, são determinados no quadro 4.16 intervalos de índices de risco e atribuídos a cada um deles uma solução.

**Quadro 4.16** - Soluções sugeridas para tubagens de fibrocimento de abastecimento de água fria e para tubos de drenagem de águas pluviais

Índice de Risco	Solução
$\geq 2$ e $< 4$	Medidas de vistoria e de manutenção
$\geq 4$	Remoção do tubo

#### 4.5 Isolamento de tubagens de abastecimento de água quente

No que diz respeito a isolamento de tubagens de abastecimento de água quente localizados no interior de um elemento de confinamento, apresenta-se no quadro 4.17 o critério que se considera ser o mais condicionante na libertação de fibras para o ambiente ocupacional, assim como as categorias de risco possíveis de lhe ser atribuída. Para este caso, considera-se o estado em que se encontra o elemento de confinamento onde o tubo se encontra.

**Quadro 4.17** – Critério e categorias de risco (Ri) possíveis de obter para isolamentos de tubos de abastecimento de água quente

Critério \ Ri	1	2	3
	Elemento contínuo, sem existência de juntas	—	Elemento descontínuo, com existência de juntas

A determinação do índice de risco para estes materiais é feita somente pela atribuição da categoria de risco atribuída ao critério A. Existem duas hipóteses de risco para estes materiais, as quais se apresentam no quadro 4.18.

**Quadro 4.18** - Índices de risco possíveis de obter para isolamentos de tubos de abastecimento de água quente

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	1	1
H2	3	1	3

Com base nas hipóteses de índices de risco possíveis de obter, apresentam-se as soluções sugeridas no quadro 4.19.

**Quadro 4.19** - Soluções sugeridas para elementos de confinamento de tubos de abastecimento de água quente isolados com amianto

Índice de Risco	Solução
1	Medidas de vistoria e de manutenção
3	Remoção ou tratamento do elemento de confinamento

#### 4.6 Painéis rígidos

Na continuação da linha de raciocínio até aqui seguida, são sugeridos critérios de quantificação de risco de libertação de fibras para painéis rígidos. No quadro 4.20 apresentam-se esses critérios, assim como as três possíveis categorias de risco, Ri.



**Quadro 4.20** - Critérios e categorias de risco (Ri) sugeridos para quantificação de risco de libertação de fibras em painéis rígidos

<b>Critério</b> \ <b>Ri</b>	1	2	3
<b>A</b> (Estado de conservação)	As fibras estão quase totalmente incorporadas	As fibras estão parcialmente incorporadas	Existem fibras facilmente removidas
<b>B</b> (Utilização do espaço)	Ligeira	Média	Acentuada
<b>C</b> (Resistência superficial à riscagem)	Não são libertadas fibras após risco	—	São libertadas fibras após risco

Chama-se a atenção para o critério B e para o tipo de utilização a que ele pretende fazer referência. Uma utilização ligeira pode corresponder a um local de permanência de curta duração como um compartimento para arrumos. Já um local de utilização acentuada pode referir-se a uma sala de espera de um hospital, a uma sala de aula, ou até mesmo um compartimento de habitação.

Sugerindo também que o índice de risco, que o painel rígido possa constituir para os utilizadores do edifício onde se situa, resulte no somatório das categorias atribuídas a cada critério, o mesmo é determinado de acordo com a expressão 4.6.

$$\text{Índice de Risco} = (RiA + RiB + RiC) \quad (4.6)$$

No quadro 4.21 apresentam-se os possíveis índices de risco de obter em painéis rígidos.

**Quadro 4.21** - Índices de risco possíveis de obter para painéis rígidos

Hipótese	Categoria de Risco (Ri)	Número de Critérios (N)	Índice de Risco (Ri*N)
H1	1	3	3
H2	1	2	4
	2	1	
H3	1	2	5
	3	1	
H4	1	1	6
	2	1	
	3	1	
H5	1	1	7
	3	2	
H6	2	1	8
	3	2	
H7	3	3	9

Obtidas as possibilidades de índices de risco, são constituídos intervalos de índices e atribuída uma solução a cada um deles, como se apresenta no quadro 4.22

**Quadro 4.22** - Soluções sugeridas para painéis rígidos

Índice de Risco	Solução
< 5	Medidas de vistoria e de manutenção
$\geq 5$ e $\leq 7$	Confinamento do painel
> 7	Remoção do painel, com aplicação de um novo material sem amianto

Esta metodologia adotada para cada material com amianto é fundamentada em critérios que testam o comportamento dos elementos face às mais variadas ações a que estão sujeitos, acreditando-se, por isso, que ao ser bem aplicada na prática, produza resultados minimamente desejáveis no sentido de quantificar o risco de libertação de fibras de amianto do material em análise.

## **5. SOLUÇÕES PARA MATERIAIS COM AMIANTO EM EDIFÍCIOS**

Depois de feita a análise aos principais materiais com amianto em edifícios e sugerida uma metodologia de quantificação de risco de libertação de fibras para cada um deles, importa determinar a solução a adotar para estes materiais. Como já referido, tem existido uma perceção generalizada de que qualquer material com amianto deve ser removido. Contudo, a remoção pode implicar uma libertação de fibras de amianto para o ambiente ocupacional muito superior em relação a outras soluções. Além disso, a metodologia de quantificação de risco sugerida nesta dissertação defende a remoção como a solução a aplicar como último recurso, apenas quando o estado de conservação do elemento assim o justifique. Deste modo, além da remoção são descritas três soluções a executar no tratamento de materiais com amianto em edifícios.

### **a) Manutenção**

Consiste, no fundo, em não realizar qualquer intervenção no material, mantendo o mesmo conservado no estado em que se encontra. A solução a realizar consiste em tomar medidas preventivas para manter preservado o estado do elemento, como medidas de vistoria e de limpeza.

### **b) Encapsulamento**

Consiste na aplicação de produtos sobre os materiais de maneira a manter incorporadas neles as fibras de amianto, a restaurar a aderência ao suporte e a constituir uma película de proteção sobre a superfície exposta, aumentando também assim a sua durabilidade. O risco de aplicação desta medida para os trabalhadores que a colocam em prática e para o ambiente é geralmente inferior em relação ao das soluções que impliquem a remoção [72].

### **c) Confinamento**

Consiste na aplicação de uma barreira que separa o material com amianto do seu ambiente envolvente. Em comparação com o encapsulamento, esta solução constitui uma barreira mais resistente ao choque direto sobre o material. Apesar de constituir uma barreira ao contacto entre o amianto e os utilizadores do edifício, é necessária uma vigilância contínua do elemento [72]. De acordo com o artigo nº 4 do Decreto-Lei nº 101/2005, de 23 de junho, o confinamento deve ser também devidamente identificado com o selo imposto por este diploma de que o elemento contém amianto [73].

### **d) Remoção**

Consiste na remoção completa do material com amianto. Apesar de ser uma solução que elimina por completo a presença de fibras de amianto, a sua prática constitui um risco extremamente elevado para os trabalhadores que a realizam e para o ambiente, caso não sejam tomadas todas as medidas previstas na legislação. Esta solução implica a aplicação de um novo material sem fibras de amianto [72].

As soluções apresentadas são descritas para cada material.

## **5.1 Coberturas**

### **5.1.1 Manutenção**

Partindo do princípio de que as chapas de fibrocimento são analisadas de acordo com a metodologia sugerida nesta dissertação ou com uma outra semelhante, no caso de o índice de

risco obtido se encontrar abaixo de 7 (quadro 4.7), a solução mais sensata é a de manter o material nas condições em que ele se encontra.

Na figura 5.1 observa-se um edifício localizado numa instituição de ensino cuja construção é dos anos 70 do século XX.



**Figura 5.1** - Cobertura constituída por chapas de fibrocimento com amianto

O estado de conservação das chapas aparenta estar em boas condições. Considerando a possibilidade de a chapa apresentada na figura 5.1 ser sujeita à análise sugerida nesta dissertação, e se essa análise resultar num índice de risco pertencente ao intervalo mais baixo indicado no quadro 4.7, a decisão mais sensata consiste em não realizar qualquer operação. Em relação ao risco de libertação de fibras para o ambiente interior, pode considerar-se que este é nulo, na medida em que o ambiente interior está confinado ao contacto com as chapas através da existência de um revestimento de teto interior, como se apresenta na figura 5.2.



**Figura 5.2** - Revestimento interior da cobertura de fibrocimento com amianto apresentada na figura anterior

### **5.1.2 Encapsulamento**

De acordo com a metodologia de quantificação de risco de libertação de fibras sugerida no capítulo 4, a solução recomendada para chapas de fibrocimento que apresentem um índice de risco entre 7 e abaixo de 11 (quadro 4.7) passa pelo seu encapsulamento ou confinamento. As medidas de encapsulamento utilizadas em chapas de fibrocimento podem consistir em aplicar revestimentos aglomerantes das fibras de amianto, de maneira a evitar a sua libertação. Existem no mercado muitos produtos de encapsulamento, constituídos essencialmente por primários e membranas líquidas acrílicas que, entre outras funções, apresentam a de manter incorporadas as fibras no interior da chapa. Foram realizados contactos com empresas comerciantes destes revestimentos aglomerantes com o propósito de obter documentos de certificação destes produtos. Contudo, apenas foram disponibilizados por parte das mesmas empresas fichas técnicas dos produtos em causa. É preocupação desta dissertação que estes revestimentos aglomerantes sejam devidamente testados em laboratório em relação a determinados parâmetros como definição do campo de aplicação, limitações na aplicação, condições para a sua correta aplicação em obra e regras para uma adequada manutenção. Deste modo, foram realizadas pesquisas nos institutos pertencentes à *Union Européenne pour l'Agreement Technique dans la Construction* (UEATC), uma rede de institutos europeus com a função de prestar apoio ao desenvolvimento e inovação no setor da construção, com o propósito de encontrar revestimentos aglomerantes que, cumprindo os parâmetros anteriormente referidos, sejam devidamente acreditados e concebidos idealmente com a função principal de aglutinar



fibras de amianto em chapas de fibrocimento. Neste contexto, foi conhecida uma solução abaixo apresentada.

**a) Revestimento líquido “ASBESTOSEAL 20”**

Um dos institutos membros do UEATC, o *British Board of Agrément*, apresenta um “Agrément Certificate”, um documento que certifica um revestimento encapsulante aplicado na forma líquida, que consiste num revestimento polimérico constituído à base de silicone resistente à água, utilizado especificamente para encapsulamento de fibras de amianto em chapas de fibrocimento com amianto. Embora não seja propriamente considerado um revestimento de impermeabilização, apresenta um comportamento consideravelmente bom face à presença de água. Outras propriedades como a adesão ao suporte são também certificadas pelo documento, garantindo a adesão do composto ao substrato sob ação de fenómenos como sucção do vento, elevadas temperaturas e choques térmicos. Este revestimento encapsulante apresenta um tempo de vida útil superior a 25 anos [74]. Na figura 5.3 é apresentado um exemplo de aplicação de um revestimento encapsulante de fibras de amianto em chapas de fibrocimento.

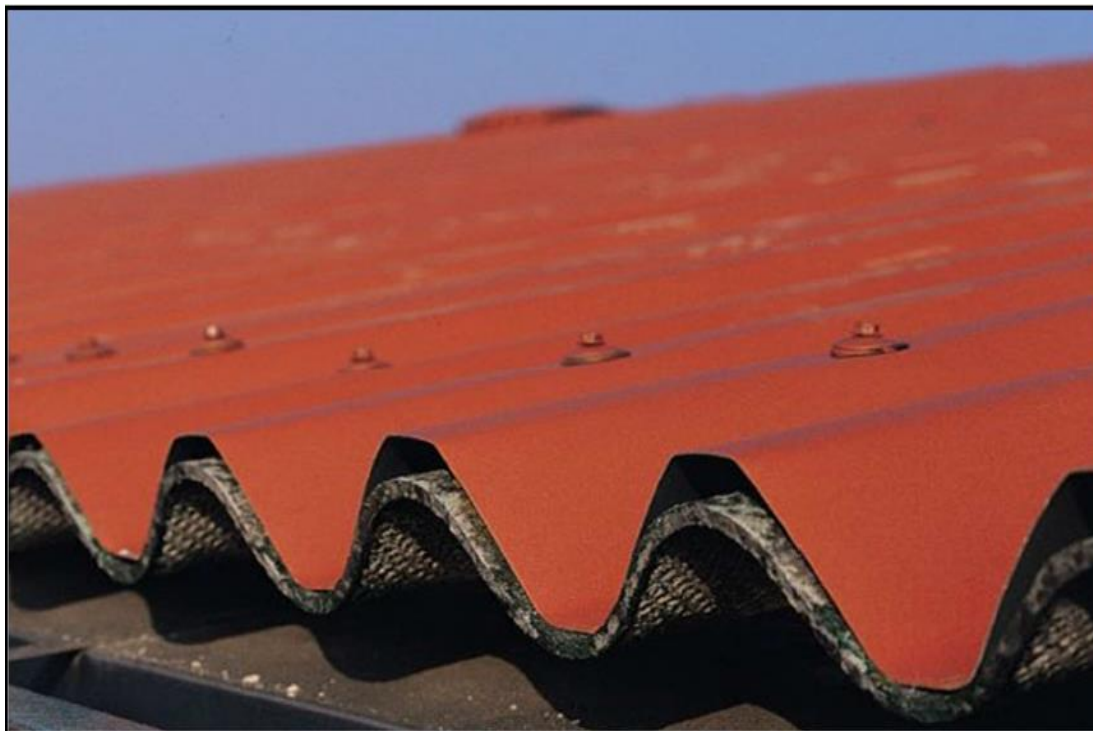


**Figura 5.3** - Exemplo de aplicação de revestimento de encapsulamento [75]

**5.1.3 Confinamento**

Como alternativa ao encapsulamento, pode ser colocado em prática o confinamento. De acordo com as sugestões do quadro 4.7, é também uma solução adequada para materiais cujo índice de risco se encontre no intervalo entre 7 e abaixo de 11. Em chapas de fibrocimento esta solução pode ser aplicada quer no ambiente exterior, quer no interior. Para casos em que a chapa de fibrocimento não esteja revestida interiormente por outro material, como o caso apresentado no subcapítulo 3.1, torna-se recomendável a aplicação de uma camada contínua de revestimento interior sob a chapa que a confine e evite assim uma possível libertação de fibras de amianto para o ambiente interior, apresentando-se como exemplos um forro em madeira ou uma placa de gesso cartonado

No ambiente exterior a chapa de fibrocimento pode funcionar como sistema de subtelha, consistindo o confinamento na aplicação de um novo revestimento através de um elemento sem amianto sobre o existente. Este revestimento aplicado pode ser constituído, entre outros, por chapas metálicas (figura 5.4). Ao confinar o elemento, o revestimento de telha permite que possíveis fibras libertadas da chapa de fibrocimento se acumulem no intervalo entre os dois revestimentos, minimizando assim as hipóteses de se propagarem para o ambiente exterior.



**Figura 5.4** - Exemplo de confinamento através de chapas metálicas [75]

#### **5.1.4 Remoção**

De acordo com a metodologia sugerida no capítulo 4, a decisão mais sensata a adotar para as chapas de fibrocimento que apresentem um índice de risco de libertação de fibras igual ou superior a 11 é a sua remoção (quadro 4.7). Esta solução consiste em remover as chapas e substituí-las por um novo material sem fibras de amianto. São assim descritas algumas possíveis soluções.

##### **a) Telhas cerâmicas**

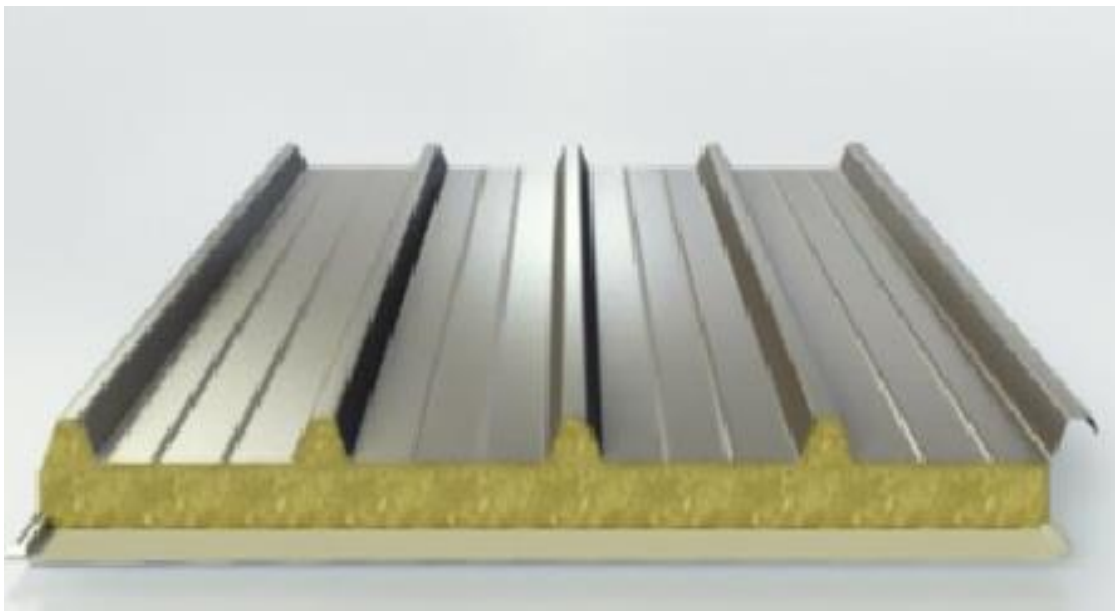
As telhas cerâmicas mais utilizadas em Portugal são as de canudo, aba-canudo, marseille, romana e de duplo encaixe. Como material cerâmico que é, a sua matéria-prima base é a argila, conferindo às telhas a propriedade de manter a sua forma inalterável quando submetidas à ação do calor [76]. Torna-se importante realçar o facto de este tipo de telha exigir uma inclinação maior em relação às chapas de fibrocimento. Este facto exige o cuidado de realizar uma nova estrutura de cobertura com uma inclinação maior, no caso de se optar por este tipo de telha. Na figura 5.5 apresenta-se um exemplo de aplicação de telha cerâmica numa cobertura.



**Figura 5.5** - Colocação de telha cerâmica em cobertura [77]

**b) Painel sanduiche com isolamento térmico e acústico**

Solução constituída por duas chapas metálicas galvanizadas, uma interna e outra externa, e por uma camada intermédia entre elas de lã mineral, com espessura variável entre 5 a 10 cm [78]. A aplicação desta solução apresenta a vantagem de não exigir a aplicação de uma nova estrutura na medida em que a sua inclinação é compatível com a das chapas de fibrocimento com amianto. Na figura 5.6 apresenta-se um exemplo de um painel sanduiche



**Figura 5.6** - Exemplo de painel sanduiche para substituição de chapas de fibrocimento com amianto [79]



## **5.2 Revestimentos de piso**

### **5.2.1 Manutenção**

Na avaliação de um revestimento de piso vinílico, de acordo com a metodologia sugerida nesta dissertação, a solução recomendada para revestimentos de piso que apresentem um índice de risco abaixo de 7 (quadro 4.10) é a sua manutenção. Devem, por isso, ser tomadas medidas que apoiem esta solução, como medidas de vistoria, colocadas em prática pelo dono de obra e, no geral, por todos os utilizadores do edifício. Estas medidas de vistoria consistem, no fundo, numa observação ao estado do revestimento no sentido de averiguar se o mesmo regista alterações e de atuar rapidamente no sentido de resolver essas alterações de maneira a evitar que as mesmas se agravem. Para melhorar as condições de manutenção torna-se recomendável a aplicação de uma proteção sobre o revestimento, como seja uma camada de cera que, funcionando como camada de sacrifício, aumente a durabilidade do revestimento de piso.

### **5.2.2 Confinamento**

De acordo com a metodologia sugerida, para revestimentos de piso que apresentem um índice de risco de libertação de fibras igual ou superior a 7 (quadro 4.10), a solução de confinamento é a mais adequada. Nestes materiais, o confinamento pode consistir na aplicação de um novo revestimento sobre o existente. Deste modo, recomenda-se a aplicação de um novo revestimento sem fibras de amianto, que cumpra as exigências da classificação UPEC e, no caso do revestimento escolhido ser de plástico, que cumpra, necessariamente, as exigências da classificação GW's, para o local em que se insere. Recomendam-se alguns possíveis revestimentos de piso.

#### **a) Policloreto de vinilo (sem fibras de amianto)**

Consiste num revestimento sintético de 2 milímetros de espessura de uma só camada homogénea ou de várias camadas heterogéneas, constituído por [62]:

- PVC;
- Ligantes;
- Corantes;
- Plastificantes;
- Cargas;
- Estabilizantes;
- Lubrificantes;
- Redutores de inflamabilidade.

As suas boas resistências mecânica, química e à humidade fazem dele um revestimento adequado para pisos de laboratórios, escolas e hospitais (figura 5.7). Contudo, a sua aplicação exige que o suporte se apresente liso, seco e sem gretas [61]. Para aplicar sobre um revestimento parcial ou totalmente degradado, torna-se muito difícil garantir adequadas condições de alisamento. Para resolver este problema, torna-se recomendável a adoção de medidas como a aplicação de uma fina camada de betonilha de regularização sobre o revestimento existente para aplicação do novo revestimento de policloreto de vinilo. Na adoção

desta medida, torna-se imprescindível garantir a compatibilidade geométrica com os vãos de portas existentes, ajustando a altura destas ao novo revestimento aplicado.



**Figura 5.7** - Exemplo de revestimento vinílico em hospital [80]

#### **b) Linóleo**

É também um revestimento sintético constituído por [62]:

- Óleo de Linhaça;
- Resina;
- Pedra de cal;
- Flor de madeira;
- Flor de cortiça;
- Pigmentos;
- Juta;
- Serapilheira.

Este tipo de revestimento existe em rolo e em ladrilho, e entre as suas propriedades mais vantajosas destacam-se a boa resistência à abrasão, a facilidade de aplicação e resistência a bactérias. Trata-se de um revestimento adequado para escolas, hospitais e laboratórios [61].

#### **c) Pavimento flutuante**

Consiste num revestimento constituído por folhas de aglomerado de fibra de madeira de alta densidade (MDF). Cada folha apresenta uma largura entre 15 a 20 cm de largura e 90 a 120 cm de comprimento. Ao contrário dos revestimentos anteriormente mencionados, este não necessita de uma betonilha de regularização. As folhas são fixadas umas às outras por encaixe e apoiadas sobre uma tela isolante, como um filme de espuma de polietileno [61]. Pode considerar-se um tipo de revestimento fácil de aplicar no confinamento de revestimentos com fibras de amianto, na medida em que a utilização do filme de espuma de polietileno facilita a aplicação direta das folhas sobre ele, dispensando assim a aplicação de uma betonilha de regularização sobre o revestimento existente. Contudo, é um tipo de revestimento que se torna

inadequado para ambientes húmidos, devido à elevada higroscopicidade da madeira. Outro inconveniente neste tipo de revestimento prende-se com a sua fraca resistência à abrasão, pelo que não é recomendável a sua utilização em locais de elevado tráfego. Na figura 5.8 apresenta-se um exemplo de um pavimento flutuante.



**Figura 5.8** - Exemplo de pavimento flutuante em escritório [81]

### **5.2.3 Remoção**

Como referido no capítulo anterior, a remoção não é uma solução considerada para revestimentos de piso. Tal decisão é justificada por se considerar infundado proceder a possíveis remoções de zonas que ainda estejam em bom estado de conservação, na medida em que tal remoção implica um ainda maior risco de libertação de fibras, além dos custos mais elevados a ela associados. Deste modo, mesmo para materiais que possam apresentar um índice de risco máximo, de acordo com as hipóteses apresentadas no quadro 4.9, recomenda-se como solução o confinamento e não a remoção.

## **5.3 Tetos falsos**

### **5.3.1 Manutenção**

De acordo com a metodologia de quantificação do risco de libertação de fibras sugerida no capítulo 4, a solução que melhor se adequa a tetos falsos que apresentem um índice de risco abaixo de 6 é a sua manutenção (quadro 4.13). À semelhança dos materiais até aqui referidos, sugere-se que esta solução passe por medidas de vistoria no sentido de registar possíveis alterações ao estado de conservação destes materiais e de atuar rapidamente caso essas alterações se confirmem.

### **5.3.2 Confinamento**

A metodologia sugerida no capítulo 4 não sugere a solução de confinamento para tetos falsos. Confinar um elemento de teto falso passaria pela aplicação de uma segunda camada de revestimento de teto sob a existente. Contudo, muitas das soluções implicam uma fixação, através de pregagens ou agrafos, ao elemento de suporte sob o qual se encontram. Esta fixação ao elemento de suporte implica, necessariamente, uma furação do elemento existente com fibras

de amianto, a qual poderia potenciar o índice de risco de libertação de fibras. Deste modo, pode tornar-se uma medida pouco ou nada vantajosa em relação à remoção.

### **5.3.3 Remoção**

Para tetos falsos com um índice de risco igual ou superior a 6 (quadro 4.13), a metodologia adotada para quantificação de risco de libertação de fibras sugere a remoção como a melhor solução. A remoção, por sua vez, implica necessariamente a aplicação de um novo revestimento de teto falso, sem fibras de amianto. Apresentam-se alguns exemplos.

#### **a) Teto falso em madeira**

Pode ser utilizado na forma de laminados de madeira natural ou laminados de fibras revestidos a madeira e placas de aglomerados de madeira. Para a sua aplicação são realizadas aberturas na parte superior das paredes para inserção de peças de madeira que suportarão molduras fixas por pregagem ou por agramos. Depois disto, são inseridas umas longarinas, paralelas umas às outras, apoiadas nas molduras e dispostas segundo a menor dimensão do compartimento. Apoiadas nas longarinas e perpendicularmente a estas, colocam-se travessas que são colocadas através de pregos. O processo de aplicação termina com a inserção do revestimento de madeira sobre a estrutura [82]. Atendendo à suscetibilidade de variação de dimensões da madeira sob presença de humidade, é importante garantir um certo espaçamento entre as peças que constituem o revestimento de madeira [82].

#### **b) Painéis de lã mineral**

Como grande vantagem apresenta a de garantir um bom isolamento acústico, nomeadamente a sons aéreos. Os painéis são aplicados em perfis facilmente moduláveis e desmontáveis [82]. Na figura 5.9 apresenta-se um exemplo de teto falso com painéis de lã mineral.



**Figura 5.9** - Teto falso com painéis de lã mineral [83]

### c) Painéis de gesso cartonado

Outra solução possível consiste na inserção de placas de gesso cartonado sem fibras de amianto, como apresentado na figura 5.10. Para sua aplicação é realizada uma estrutura modulada de perfis primários e secundários sobre a qual se colocam os painéis de gesso [82].



**Figura 5.10** - Teto de gesso cartonado sobre estrutura modelada [82]

## **5.4 Tubos de abastecimento de água e de drenagem de águas pluviais**

### **5.4.1 Manutenção**

A metodologia adotada no capítulo 4 recomenda esta solução para tubos de fibrocimento de abastecimento e de drenagem de água, localizados à vista, que apresentem um índice de risco de liberação de fibras abaixo de 4 (quadro 4.16). Esta solução, tal como nos outros materiais, consiste na tomada de medidas de vistoria no sentido de registrar possíveis alterações aos tubos que possam potencializar a liberação de fibras. A mesma metodologia recomenda também esta solução para isolamentos de tubos de abastecimento de água quente que apresentem um índice de risco igual a 1 (quadro 4.19). Para estes casos as medidas de manutenção consistem numa vistoria ao elemento de confinamento em que o tubo de abastecimento de água quente possa estar localizado e atuar igualmente o quanto antes no sentido de corrigir possíveis alterações no estado de conservação desse elemento de confinamento.

### **5.4.2 Remoção**

No caso de tubos de fibrocimento de abastecimento e de drenagem de água que apresentem um índice de risco igual ou superior a 4 (quadro 4.16), a solução de reparação passa pela remoção e consequente substituição por novos materiais sem amianto. O mesmo se aplica para os elementos de confinamento onde estão localizados os tubos de abastecimento de água quente isolados com amianto, que apresentem um índice de risco igual a 3 (quadro 4.19). São descritas algumas opções para tubos de abastecimento de água.

#### **a) Tubos multicamada**

São constituídos por três camadas, uma interna de plástico, uma intermédia metálica e uma externa de plástico. A presença da camada metálica funciona como uma barreira ao oxigénio e a outros gases, além de garantir uma elevada resistência mecânica [84].

#### **b) Tubos de aço galvanizado**

Consistem em tubos de aço revestidos por zinco fundido obtido por imersão (galvanização), de maneira a conferir maior capacidade de resistência à oxidação. No abastecimento de água quente, devem ser evitadas temperaturas superiores a 60° C [85].

#### **c) Tubos de cobre**

Possuem determinadas características como boa plasticidade, excelente condutibilidade térmica, boa resistência química e grande facilidade de instalação em obra. No abastecimento de água quente devem ser evitadas temperaturas superiores a 60° C [85].

#### **d) Tubos de aço inox**

Apresentam, praticamente, as mesmas características de utilização dos tubos em cobre. Contudo, destaca-se a sua maior resistência à tração, possibilitando uma redução da espessura dos tubos para as mesmas condições de pressão. No abastecimento de água quente, devem ser evitadas temperaturas superiores a 50° C [85].

### **5.5 Painéis rígidos**

#### **5.5.1 Manutenção**

A metodologia adotada no capítulo 4 sugere a manutenção como solução para painéis com um índice de risco igual ou superior a 3 e inferior a 5 (quadro 4.22). As medidas a ter em conta na manutenção destes materiais resumem-se também, basicamente, a medidas de vistoria por parte do dono de obra e dos utilizadores do edifício, em geral, no sentido de observar e de registar possíveis alterações de aspeto. Sempre que se registem alterações que possam colocar em risco a libertação de fibras, é fundamental intervir no sentido de mitigar ou eliminar essa libertação.

#### **5.5.2 Confinamento**

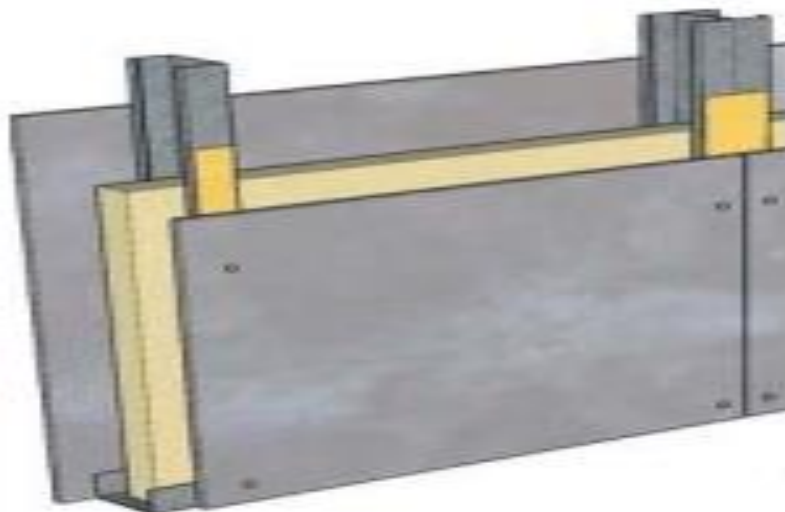
Na metodologia sugerida nesta dissertação, recomenda-se a solução de confinamento para os painéis rígidos cujo índice de risco resulte entre 5 e 7 (quadro 4.22). Esse confinamento, para painéis de divisórias, pode ser feito através da aplicação de um segundo painel que confine o painel existente (em apenas um lado, ou em ambos, conforme o contacto com os utilizadores), evitando assim o contacto com os utilizadores do edifício. Como principal desvantagem desta solução para estes materiais, pode ser considerada a redução da área útil do compartimento onde a solução possa ser aplicada. Recomendam-se, a seguir, alguns materiais sem fibras de amianto incorporadas na sua constituição.

#### **a) Painéis compósitos de mistura de partículas de madeira e cimento**

Existem no mercado soluções de painéis constituídos por partículas de madeira e cimento, utilizados como revestimento de diversos materiais construtivos. Como painel de divisórias, estes compostos de madeira e cimento são utilizados com 1 centímetro de espessura e aplicados numa estrutura de suporte, constituída por vigas de madeira seca (figura 5.11). A



fixação à estrutura deve ser feita por parafusos ou rebites galvanizados. Constitui uma boa solução a ser empregue em zonas húmidas [86]. Na figura 5.12 apresenta-se um exemplo de um painel de divisórias constituído por uma mistura de partículas de madeira com cimento.



**Figura 5.11** - Fixação de painel de partículas de cimento e madeira “Viroc” em estrutura de madeira [86]



**Figura 5.12** - Exemplo de painel de partículas de cimento e madeira em ambiente interior [87]

#### **b) Painéis de gesso cartonado**

A aplicação de painéis de gesso cartonado é outra solução a considerar no confinamento de painéis de divisórias com amianto. Entre as propriedades mais vantajosas do gesso destacam-se o seu bom comportamento sob ação do fogo e a sua baixa condutibilidade térmica

[88]. Este tipo de solução de confinamento é, contudo, inadequado para ambientes húmidos, tais como cozinhas e instalações sanitárias, atendendo à facilidade de degradação do gesso sob presença de humidade. Os painéis de gesso cartonado apresentam uma espessura média de 1 centímetro e podem ser aplicados na forma direta, semidirecta ou autoportante numa estrutura metálica [89].

### **5.5.3 Remoção**

Para painéis rígidos com um índice de risco superior a 7 (quadro 4.22), a metodologia de quantificação de risco de libertação de fibras do capítulo 4 sugere a remoção destes materiais. A sua remoção implica a aplicação de novos painéis sem fibras de amianto. As soluções de confinamento recomendadas são também válidas para esta operação, com a única diferença de que, neste caso, materiais como painéis compósitos de partículas de madeira e cimento ou de gesso cartonado não têm a função de confinar nenhum outro, mas sim de serem eles próprios o painel de divisória, em substituição do painel com fibras de amianto removido. Ao contrário do confinamento, esta solução não implica uma redução da área útil do compartimento onde possa ser aplicada.



## **6. RESPONSABILIDADES E ARTICULAÇÃO ENTRE AS ENTIDADES COMPETENTES EM PORTUGAL**

Em Portugal foram proibidas a comercialização e utilização de todos os grupos de amianto a partir de 2005 [73]. Desde então, a legislação portuguesa adaptou-se às formas de tratamento de materiais com amianto, introduzindo regras para as diferentes fases de tratamento destes materiais. Pretende-se analisar e compreender o papel da legislação portuguesa nas diferentes fases de tratamento de materiais com amianto, desde a sua identificação até à eliminação, e levantar questões que possam não estar tão bem esclarecidas. É descrita uma análise das fases compreendidas entre a identificação e a eliminação de materiais com amianto (MCA), nomeadamente das regras determinadas pela legislação portuguesa em cada uma das fases.

### **6.1 Identificação**

Sempre que possível, a averiguação de fibras de amianto num determinado material deve passar pela consulta das fichas técnicas do material e de elementos de projeto existentes. Na impossibilidade de consulta destes documentos, é necessário proceder à averiguação de fibras através de ensaios em laboratório [2]. Entre alguns métodos de averiguação de fibras de amianto destacam-se [90]:

- Microscopia Ótica de Luz Polarizada (MOLP);
- Microscopia eletrónica de transmissão com análise de difração de eletrões e/ou difração de raios-x;
- Microscopia eletrónica de varrimento.

Embora estes métodos experimentais permitam averiguar a existência de fibras de amianto, a sua realização tem algumas particularidades a ter em conta, nomeadamente no facto de se tratarem de ensaios destrutivos, que implicam uma danificação do material com a consequente possibilidade de libertação de fibras para o ambiente em causa. Torna-se, por isso, recomendável que estes ensaios sejam utilizados como medida de último recurso. Assim, sempre que possível, a averiguação de fibras de amianto deve ser feita por consulta dos elementos atrás referidos. Na impossibilidade de consulta desses elementos, conhecer o ano de construção do edifício pode constituir uma informação importante no sentido de averiguar a existência de fibras de amianto nos materiais. , Compete ao dono de obra proceder à recolha de amostras para análise laboratorial, “através de empresas ou laboratórios preferencialmente acreditados para o efeito” [91].

Confirmada a presença de fibras de amianto no material em análise, é necessária a identificação de que o material em causa contém amianto. Esta identificação é realizada através de um selo como o representado na figura 6.1 [73]. “A utilização de produtos que contenham fibras de amianto (...) que já se encontrem instaladas ou em serviço antes da data de entrada em vigor do presente diploma continua a ser autorizada até à data da sua destruição ou fim de vida útil.” Seria pertinente compreender se a autorização destes produtos, inclui a adoção de soluções como o encapsulamento ou o confinamento.



**Figura 6.1** - Selo identificador da presença de amianto [2]

## **6.2 Remoção**

A legislação atualmente em vigor que determina os procedimentos para remoção, acondicionamento, armazenagem, transporte e eliminação de resíduos de construção e demolição de materiais com amianto é a Portaria nº 40/2014, de 17 de fevereiro. Esta portaria determina que, para efeitos de seu acompanhamento, seja criada uma Comissão Técnica Amianto (CTA), constituída pelas seguintes entidades [91]:

- Agência Portuguesa do Ambiente (APA);
- Autoridade para as Condições do Trabalho (ACT);
- Direção-Geral de Saúde (DGS);
- Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT);
- Inspeção-Geral da Agricultura, do Mar, do Ambiente, e do Ordenamento do Território;
- Associação Nacional dos Municípios Portugueses.

Durante a fase de remoção os materiais com amianto devem ser “mantidos inteiros, não devendo ser fragmentados ou torturados para evitar a dispersão de fibras e poeiras” [91]. Após a remoção os resíduos de construção e demolição contendo amianto (RCDA) devem ser sujeitos a um “tratamento que minimize a libertação de fibras, sempre que necessário e posteriormente acondicionados de forma a garantir que permanecem fechados de forma segura, até ao seu

encaminhamento para a instalação de eliminação” [91]. Não foi conhecida a existência de nenhum guia existente para as empresas responsáveis pela remoção, que transmita os procedimentos adequados para uma remoção em segurança. É de considerar, contudo, que os mesmos possam existir.

Em 2007, entrou em vigor o Decreto-Lei nº 266/2007, de 24 de julho, que determina medidas de proteção sanitária dos trabalhadores contra o risco de exposição ao amianto durante o trabalho. Este Decreto-Lei determina, através do seu artigo 11º, a realização de um plano de trabalhos para as operações que incluam a remoção de materiais com amianto. Neste plano de trabalhos devem constar medidas relativas à proteção e saúde dos trabalhadores, tais como [92]:

- Remoção dos materiais com amianto antes da aplicação de técnicas que incluam a sua demolição;
- Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) pelos trabalhadores, sempre que necessário;
- Verificação da ausência de risco de exposição ao amianto no local, assim que os trabalhos de demolição ou remoção de amianto estejam concluídos;
- Natureza dos trabalhos a realizar, com indicação do tipo de atividade a que correspondem;
- Duração provável dos trabalhos;
- Métodos de trabalho a utilizar, tendo em conta o tipo de material em que a intervenção é feita, a friabilidade e a indicação da quantidade de amianto a ser manipulado;
- Indicação do local onde se realizam os trabalhos;
- Características dos equipamentos utilizados para proteção e descontaminação dos trabalhadores;
- Medidas que evitem a exposição de pessoas que se encontrem no local ou na sua proximidade;
- Lista nominal dos trabalhadores implicados nos trabalhos ou em contacto com materiais com amianto e indicação da respetiva categoria profissional, formação e experiência na realização dos trabalhos;
- Identificação da empresa e do técnico responsável pela aplicação dos procedimentos de trabalhos e pelas medidas preventivas previstas;
- Indicação da empresa responsável pela eliminação dos resíduos, nos termos da legislação aplicável.

Para o plano de trabalhos ser aprovado pela ACT, compete à empresa responsável pela remoção a entrega de um requerimento a esta entidade, num período de pelo menos trinta dias até ao início das operações de remoção ou demolição. Apenas após a entrega deste requerimento e do plano de trabalhos, e sua consequente análise por parte da ACT, é autorizado o início das operações de remoção ou demolição. Neste requerimento devem constar as seguintes informações [92]:

- Identificação completa do requerente;

- Local, natureza, início e termo previsível dos trabalhos;
- Tipo e quantidade de amianto manuseado;
- Comprovação da formação específica dos técnicos responsáveis e demais trabalhadores envolvidos, nomeadamente em relação aos respetivos conteúdos programáticos e sua duração;
- Descrição do dispositivo relativo à gestão, à organização e ao funcionamento das atividades de segurança, higiene e saúde no trabalho;
- Indicação do laboratório responsável pela medição da concentração de fibras de amianto no ambiente de trabalho;
- Exemplar do plano de trabalhos e da planta do local da realização dos trabalhos;
- Lista dos equipamentos a utilizar, considerados adequados às especificidades dos trabalhos a executar e que respeitem a legislação aplicável sobre conceção, fabrico e comercialização de equipamentos.

Existem alguns procedimentos que devem ser realizados antes da operação de remoção de materiais com amianto. Compete à entidade responsável pela remoção proceder à contagem da quantidade de fibras de amianto no local de trabalho, de maneira a garantir o cumprimento do valor limite de exposição profissional de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> [92]. Esta contagem é realizada “preferencialmente, pelo método da microscopia de contraste de fase (método de filtro de membrana), recomendado pela Organização Mundial de Saúde, ou por outro método que garanta resultados equivalentes, em laboratórios qualificados” [92]. Este método consiste em medir a quantidade de fibras de amianto através de dois tipos de amostragem.

#### a) Amostragem ambiental/estática

A amostra é recolhida com o equipamento colocado em local fixo. O número de amostras é definido tendo por base a área abrangida pelo MCA [2]. Naturalmente que, quanto maior a área abrangida, maior o número de amostras, como representado no quadro 6.1.

**Quadro 6.1** - Amostragem ambiental estática [2]

<b>Superfície (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume do local (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Número mínimo de amostras</b>
<50	150	2
500	1500	6
1000	3000	9
10000	30000	20

#### b) Amostragem pessoal

A amostra é recolhida com o equipamento colocado no trabalhador. O número de amostras é definido de acordo com o número de trabalhadores, tarefas desempenhadas e tempo de exposição [2]. Em relação ao equipamento, ele é constituído por:

- **Bomba de amostragem;**

Permite aspirar o ar e fazê-lo passar por uma matriz de amostragem [2]. Na figura 6.2 está representado um exemplar deste equipamento.



**Figura 6.2** - Bomba de aspiração de fibras de amianto [2]

- **Coletor;**

Dispositivo que é ligado à bomba através de um tubo flexível e no qual é colocada a matriz de amostragem [2]. Na figura 6.3 apresenta-se um exemplar deste dispositivo.



**Figura 6.3** - Coletor para ligação à bomba de amostragem [2]

**a) Matriz de amostragem;**

Consiste num filtro circular constituído por filtros quadrados de 25 milímetros de diâmetro (figura 6.4), onde são retidas as fibras em suspensão no ar [2].



**Figura 6.4** - Matriz de amostragem em filtro redondo [2]

Após a verificação do valor limite de exposição para a categoria de exposição profissional, importa definir medidas de segurança para os trabalhadores que executam a operação de remoção. Compete ao empregador fornecer aos trabalhadores que executam as operações de remoção equipamentos de proteção individual (EPI) adequados aos riscos existentes no local de trabalho [92]. Os EPI devem conter a marcação CE, uma imposição da União Europeia que visa definir requisitos básicos em matéria de segurança e saúde a serem cumpridos pelos fabricantes. A presença da marcação CE nos EPI indica que estes cumprem os

requisitos harmonizados, permitindo que sejam comercializados em qualquer local da União Europeia [93].

Realça-se o facto de o Decreto-Lei nº266/2007, de 24 de julho [92], apresentar como âmbito a proteção sanitária dos trabalhadores contra os riscos de exposição ao amianto durante o trabalho. Como tal, assume-se que todas as medidas que visem a proteção dos trabalhadores para trabalhos que impliquem a remoção de materiais com amianto como a contagem da quantidade de fibras de amianto até um limite de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>, assim como a elaboração do plano de trabalhos, sejam válidas também para outro tipo de soluções referidas nesta dissertação, como o encapsulamento e o confinamento.

### **6.3 Acondicionamento de RCDA**

Nos casos em que a remoção seja a solução a adotar em prática, a operação que a ela se segue é o acondicionamento dos resíduos de construção e demolição contendo amianto (RCDA). O Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março, que determina o regime de operações de gestão de resíduos resultantes de obras ou demolições de edifícios ou de derrocadas, contém o plano de prevenção e gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) no qual devem constar as quantidades de RCD e RCDA gerados e a eliminar em empreitadas de obras públicas [94].

A entidade responsável pelos trabalhos de remoção e manutenção de materiais com amianto deve assegurar a separação seletiva dos RCDA e proceder ao seu adequado acondicionamento e armazenamento no local da obra. Por determinação do artigo 6º da Portaria nº40/2014 de 17 de fevereiro, deve garantir o correto acondicionamento de RCDA, nomeadamente através das seguintes medidas [91]:

- O acondicionamento em embalagem dupla é realizado através de sacos estanques, resistentes à rotura e colocados numa embalagem ou contentor suplementar, devidamente selado e identificado (figura 6.7);
- O selo colocado na embalagem corresponde ao selo determinado pelo Decreto-Lei nº 101/2005, o qual informa que a embalagem em causa contém amianto;
- Depois das embalagens estarem devidamente embaladas e seladas, são aspiradas e limpas exteriormente, e se necessário ou em alternativa, limpas exteriormente a húmido.



**Figura 6.5** - Palletes com chapas de fibrocimento devidamente sinalizadas [95]

Depois da operação de acondicionamento ser realizada, e antes dos RCDA serem transportados para o aterro, compete ao dono de obra, no momento da adjudicação da obra de remoção de materiais com amianto, a definição de uma zona específica no estaleiro para armazenamento preliminar dos RCDA, constituída por um pavimento impermeabilizado, de maneira a evitar a contaminação do solo [91]. Seria recomendável para estas situações a adoção de um material de natureza cimentícia, betuminosa ou sintética. No que diz respeito à permanência dos RCDA no estaleiro, o Decreto-Lei nº 46/2008, de 12 de março, determina através do seu artigo 10º que a permanência de resíduos perigosos no estaleiro não pode ser superior a três meses [94].

#### **6.4 Transporte de RCDA**

Após a fase de acondicionamento de RCDA, procede-se à fase de transporte do mesmo para o aterro. O transporte de RCDA deve ser acompanhado por uma guia eletrónica de registo de resíduos (e-GAR). De acordo com o artigo 8º desta portaria, a guia eletrónica e-GAR deve conter as seguintes informações [96]:

- Identificação, quantidade e classificação discriminada dos RCDA;
- Origem e destino dos RCDA, incluindo a operação a efetuar;
- Identificação dos transportadores;
- Identificação da data para o transporte dos RCDA.

Em relação aos cuidados de transporte em si, operador responsável deve garantir as medidas adequadas de maneira a que não exista risco de libertação de fibras por oscilação de carga ou por queda de RCDA para a via pública [91].



## 6.5 Armazenagem e eliminação

Após o transporte, os RCDA são depositados para eliminação em aterros para resíduos perigosos. No processo de armazenagem e eliminação destes resíduos, existem dois intervenientes, o operador de gestão de resíduos e o responsável pelo aterro, ambos devidamente autorizados pela APA. De acordo com o artigo 10º da Portaria nº40/2014, de 17 de fevereiro, compete ao operador de gestão de resíduos, durante a operação de armazenagem, a tomada de medidas como [91]:

- Notificar a ACT sobre a periodicidade das operações de armazenagem de RCDA, o número de trabalhadores envolvidos nas mesmas tarefas, o tipo e a quantidade de RCDA;
- Verificar no momento da receção dos RCDA se as embalagens que os contêm se encontram íntegras e rotuladas com o rótulo identificador representado na figura 6.1, determinado pelo Decreto-Lei nº 101/2005, de 23 de junho;
- Garantir o manuseamento e remoção cuidadosa dos RCDA para caixas destinadas especificamente para esse fim;
- Garantir que o período de armazenamento seja reduzido ao menor tempo possível;
- Determinar procedimentos de emergência para situações em que ocorram dispersões acidentais de fibras de amianto;
- Garantir a distribuição de equipamentos de proteção individual (EPI) aos trabalhadores responsáveis pela execução desta operação;
- Garantir que o local de armazenagem se encontra sinalizado e tenha acesso controlado;
- Garantir meios auxiliares de manuseamento de RCDA, como sejam carrinhos de mão ou motorizados, contentores munidos de rodas e sistemas de elevação adaptados, de maneira a prevenir a sua queda e fragmentação.

Após a operação de armazenagem, os RCDA são encaminhados para um aterro devidamente autorizado pela APA com o propósito de aí serem eliminados. O artigo 10º da Portaria nº 40/2014, de 17 de fevereiro, atribui ao responsável pelo aterro a tomada de medidas como [96]:

- Notificar a ACT sobre a periodicidade das operações de confinamento de RCDA no aterro;
- Garantir que os RCDA recebidos se encontram devidamente embalados e rotulados com o rótulo identificador representado na figura 6.2 e determinado pelo Decreto-Lei nº 101/2005, de 23 de junho;
- Requerer a apresentação de documento que contém a informação sobre a fonte e origem dos RCDA, a sua composição, a qual deve estar isenta de outras substâncias perigosas além do amianto, e os eventuais tratamentos a que essa composição foi sujeita, bem como eventuais precauções a tomar na deposição de RCDA. A elaboração deste documento compete ao produtor de RCDA;

- Garantir a disponibilização de meios auxiliares para as operações de descarga de RCDA, nomeadamente sistemas de elevação adaptados, de maneira a prevenir a queda e fragmentação de RCDA;
- Disponibilizar aos trabalhadores responsáveis pela operação do aterro o equipamento de proteção individual (EPI) necessário para a execução da operação;
- Manter a zona de deposição sinalizada e coberta com agregados, devendo a mesma zona ser vigiada para evitar a dispersão accidental de fibras.

Em relação ao aterro de resíduos perigosos, a Portaria nº 40/2017, de 17 de fevereiro, não é obrigatório depositar RCDA em aterros para resíduos perigosos [91]. Contudo, a APA esclarece que a deposição de RCDA pode realizar-se em aterros para resíduos não perigosos desde que se tratem de resíduos estáveis, não reativos, com um comportamento lixiviante equivalente ao dos resíduos não perigosos e que cumpram determinados critérios de admissão estabelecidos [97]. Desconhece-se se a CTA determina a obrigatoriedade da realização de ensaios laboratoriais que confirmem que os RCDA analisados se tratam de resíduos com as características anteriormente referidas.

Nas medidas de tratamento de materiais com amianto determinadas [91] há a registar algumas notas, nomeadamente a de se desconhecer a função atribuída a cada uma das entidades que constituem a CTA. Seria pertinente compreender a função atribuída especificamente a cada entidade no processo de identificação de materiais com amianto, assim como nos processos de remoção, acondicionamento, transporte, armazenagem e eliminação de RCDA.

## **7. ANÁLISE DE CUSTOS DE SOLUÇÕES DE TRATAMENTO DE CHAPAS DE FIBROCIMENTO COM AMIANTO**

Este capítulo é dedicado a uma análise comparativa entre os custos, em Portugal, das soluções de tratamento a aplicar a um dos materiais mais utilizados com amianto, as chapas de fibrocimento para coberturas inclinadas. Esta análise económica tem por objetivo comparar os custos de três das quatro soluções anteriormente mencionadas para materiais com amianto, nomeadamente o encapsulamento, o confinamento e a remoção. O objetivo deste capítulo consiste em analisar o custo de cada uma destas soluções e compará-los entre si de maneira a ter uma ideia, ainda que muito simplista, de qual a solução mais vantajosa sob o ponto de vista económico.

Qualquer uma das três soluções a adotar constitui uma empreitada, implicando naturalmente, para a sua realização, custos suportados pelo dono de obra. Estes custos dividem-se em três tipos de natureza diferente, os diretos, os de estaleiro e os indiretos. Os custos diretos correspondem aos custos diretamente imputáveis à obra e às suas tarefas, nomeadamente custos de materiais, custos de mão-de-obra e custos de equipamento. Os custos de estaleiro são custos que não estão ligados diretamente à realização da obra, mas a despesas como água, eletricidade e salários de pessoal de chefia. Por sua vez, os custos indiretos dizem respeito a custos associados à vida da empresa que realiza a empreitada e que não são diretamente imputáveis a esta, tais como salários de pessoal de escritório, custos com a sede e com a administração.

Na análise de custos de uma empreitada relacionada com soluções para chapas de fibrocimento com amianto, optou-se por fazer esta análise apenas com base em custos diretos. Esta decisão é tomada com base no fato destes custos serem os únicos inerentes à realização das tarefas, sendo os outros dois mais difíceis de contabilizar e com pouca relevância para o que se pretende analisar. Deste modo, determinam-se os custos diretos associados a cada medida de tratamento de cobertura de fibrocimento com amianto. Procurou-se, junto de empresas responsáveis pela execução de trabalhos de remoção, encapsulamento e confinamento, obter os custos diretos de cada um destes trabalhos. Contudo, as mesmas empresas apenas forneceram o custo final das respetivas empreitadas associadas a cada um dos trabalhos. Deste modo, foi utilizada a plataforma online [www.geradordeprecos.info](http://www.geradordeprecos.info) [98] para obtenção dos custos diretos de cada solução. Esta plataforma permite a consulta de custos diretos inerentes a uma determinada tarefa, através do fornecimento de produtos de fabricantes ou de produtos genéricos.

Numa primeira análise são descritas, neste capítulo, as comparações entre os custos das várias soluções possíveis de tomar em relação a uma cobertura revestida por chapas de fibrocimento. Os custos das soluções são comparados uns com os outros, de maneira a compreender qual delas é a mais sustentável do ponto de vista económico. Chama-se a atenção para o facto de a remoção constituir uma prática que implica a realização de outra, no sentido em que exige a aplicação de um novo material sem amianto para substituição do existente. Deste modo, no estudo dos custos envolvidos para a solução de remoção, é necessário ter em conta

não só os custos associados à própria remoção das chapas de fibrocimento como também os custos associados à aplicação do novo material de revestimento da cobertura. Para este caso, são apresentados os custos das soluções de revestimento de coberturas inclinadas sugeridas no capítulo 5, nomeadamente telhas cerâmicas e painéis sandwich. No quadro A.1 (ver anexo) encontram-se descritos os custos diretos referentes à remoção de uma chapa de fibrocimento com amianto por metro quadrado [99]. Em anexo são apresentados, através dos quadros A.2 [99], A.3 [100] e A.4 [101], os custos diretos relativos às soluções sugeridas para substituição das chapas de fibrocimento com amianto.

No quadro 7.1, apresentam-se os custos diretos totais respeitantes à solução de remoção, incluindo a aplicação do material de substituição.

**Quadro 7.1** - Custos diretos referentes à solução de remoção das chapas de fibrocimento e de aplicação de novas soluções (euro/m<sup>2</sup>)

<b>Solução</b> <b>Custo</b>	Remoção+Telha marseilha (desvão habitável)	Remoção+Telha marseilha (desvão não habitável)	Remoção+Painel sanduiche
Custo de remoção	43,44	43,44	43,44
Custo da solução nova	36,39	46,36	53,72
Custo total	79,83	89,80	97,16

Pela análise do quadro 7.1 é de notar alguma estranheza no facto de a solução correspondente ao desvão não habitável constituir uma solução mais dispendiosa em relação à solução do desvão habitável. Não conhecendo os motivos da existência desta diferença de preço, verifica-se pela análise dos quadros A.2 e A.3 do anexo que os custos de mão-de-obra e os custos diretos complementares referentes à solução do desvão não habitável são superiores aos mesmos custos da solução do desvão habitável.

Não foi possível conhecer o custo do revestimento líquido impermeabilizante “ASBESTOSEAL 20” apresentado no capítulo 5 como solução de encapsulamento de fibras de amianto para chapas de fibrocimento. Por sua vez, foi conhecido o custo do sistema impermeabilizante de coberturas “MasterSeal Roof 2103” com a marcação CE, constituído, entre outros componentes, por poliuretano [102]. Tratando-se estes dois produtos de sistemas impermeabilizantes líquidos para ser aplicados sobre revestimentos de coberturas, admite-se, ainda que hipoteticamente, a possibilidade dos seus custos serem próximos. Deste modo, adota-se o custo do sistema impermeabilizante “MasterSeal Roof 2103” como o custo da solução de encapsulamento que serve de comparação com as soluções de remoção e de confinamento. Os custos diretos desta solução de encapsulamento apresentam-se no quadro A.5 (ver anexo) [103]. Como soluções de confinamento, é apresentada uma constituída por chapas perfiladas de aço galvanizado e outra por chapas de fibrocimento sem amianto. Nos quadros A.6 [104] e A.7 [105] do anexo são apresentados os custos destas soluções.

Depois de apresentados os custos de cada solução, os mesmos são comparados uns com os outros de maneira a compreender qual deles é mais vantajoso para o dono de obra. Para

simplificação do problema, utilizam-se iniciais identificadoras atribuídas a cada solução, iniciais essas apresentadas no quadro 7.2.

**Quadro 7.2** - Identificação das soluções sugeridas de aplicar

<b>Solução</b>	<b>Designação</b>
Remoção da chapa de fibrocimento + Aplicação de telha marseilha (desvão habitável)	a)
Remoção da chapa de fibrocimento + Aplicação de telha marseilha (desvão não habitável)	b)
Remoção da chapa de fibrocimento + Aplicação de painel sanduiche	c)
Confinamento da chapa de fibrocimento com chapa de aço galvanizado	d)
Confinamento da chapa de fibrocimento com chapa de fibrocimento sem amianto	e)
Encapsulamento com "MasterSeal Roof 2103"	f)

Esta análise foi feita partindo do princípio de que as chapas em causa já se encontram revestidas interiormente por outro material de confinamento como seja uma placa contínua de gesso cartonado, um forro contínuo de madeira ou outro material semelhante. Naturalmente, sempre que as chapas não se encontrem nestas condições é imprescindível contabilizar os custos associados a um material de revestimento interior.

Conhecidos os custos de cada solução para chapas de fibrocimento, são apresentadas, no quadro 7.3, as diferenças de custos entre as diferentes soluções de remoção, confinamento e encapsulamento.

**Quadro 7.3 - Diferenças de custos entre as soluções sugeridas (euro/m<sup>2</sup>)**

Soluções de remoção com soluções de confinamento						Soluções de remoção com solução de encapsulamento			Solução de encapsulamento com soluções de confinamento	
a)-d)	a)-e)	b)-d)	b)-e)	c)-d)	c)-e)	a)-f)	b)-f)	c)-f)	f)-d)	f)-e)
63,87	62,29	73,84	72,26	81,20	79,62	19,72	29,69	37,05	44,15	42,57

Conhecidas as diferenças entre os custos das soluções sugeridas, os mesmos são analisados e comparados entre eles.

#### **7.1 Comparação das soluções de remoção com as soluções de confinamento**

Através da análise do quadro 7.3 verifica-se uma diferença significativa de custos entre as soluções que implicam a remoção da chapa de fibrocimento com consequente aplicação de um novo material de substituição e as soluções que implicam o seu confinamento. A opção pelo confinamento permite uma redução de custos entre 62,29 (remoção com aplicação de telha marselha em desvão habitável comparada com confinamento com chapa de fibrocimento sem amianto) a 81,20 (remoção com aplicação de painel sanduiche comparada com confinamento com chapa de aço galvanizado) euros por metro quadrado.

#### **7.2 Comparação das soluções de remoção com as de encapsulamento**

A análise do quadro 7.3 permite concluir também uma diferença significativa entre os custos das soluções que implicam a remoção da chapa de fibrocimento e o custo da solução de encapsulamento sugerida. Esta diferença é favorável para a solução de encapsulamento, constituindo esta solução uma vantagem sob o ponto de vista económico para o dono de obra, em detrimento da remoção. Tal opção permite uma redução de custos entre 19,72 (remoção com aplicação de telha marselha em desvão habitável comparada com encapsulamento) e 37,05 (remoção com aplicação de painel sanduiche comparada com encapsulamento) euros por metro quadrado.

#### **7.3 Comparação das soluções de encapsulamento com as de confinamento**

Depois de comparados os custos diretos das soluções de remoção de chapas de fibrocimento com amianto com as soluções de confinamento e das mesmas soluções de remoção com a solução de encapsulamento, é também importante analisar as diferenças entre o custo da solução de encapsulamento e os custos das soluções de confinamento. Verifica-se também nesta comparação uma vantagem sob o ponto de vista económico favorável ao confinamento. A análise do quadro 7.3 permite verificar uma diferença significativa entre a solução de encapsulamento e as de confinamento, nomeadamente, entre 42,57 (encapsulamento comparado com confinamento com chapas de fibrocimento sem amianto) e 44,15 (encapsulamento comparado com confinamento com chapa de aço galvanizado) euros por metro quadrado.

Realizada a análise dos custos diretos de algumas soluções para chapas de coberturas de fibrocimento com amianto e a comparação desses custos, compreende-se a diferença significativa que existe, por metro quadrado, entre os custos que implicam a aplicação das soluções de remoção e os custos das restantes soluções. Este fato pode constituir um argumento

suficientemente válido para reforçar a ideia de que a solução de remoção deve ser aplicada em último recurso, uma vez que a opção por outro tipo de soluções oferece vantagens significativas sob o ponto de vista económico para o dono de obra. Na avaliação a uma chapa de cobertura de fibrocimento com amianto, através da metodologia de quantificação de risco de libertação de fibras sugerida no capítulo 4, considerando a possibilidade de essa análise ser inconclusiva sobre o índice de risco a atribuir à chapa de fibrocimento, esta análise realizada sob o ponto de vista económico pode constituir um importante critério para a escolha de uma solução para estes materiais.

Analise-se agora esta problemática dos custos sob o ponto de vista do edificado público em Portugal, cujo dono de obra seja o Estado. Como referido anteriormente, estima-se que em Portugal existam 600 hectares de coberturas revestidas por chapas de fibrocimento com amianto [50]. Nesta dissertação, não foi possível determinar com exatidão quantos destes 600 hectares pertencem a edifícios públicos. Deste modo, a metodologia adotada consiste em determinar percentagens hipotéticas de áreas pertencentes a edifícios públicos e com necessidades de intervenção. Foram atribuídas percentagens de 10, 20 e 30 por cento. Para cada uma destas percentagens é determinado o custo de cada solução sugerida de aplicar, obtido pelo produto entre o custo unitário de área pela área a intervir. Nos quadros 7.4, 7.5 e 7.6 são apresentados estes custos, respetivamente, para as medidas de remoção, encapsulamento e confinamento.

**Quadro 7.4 - Custo de remoção de chapas de fibrocimento para o Estado (euro)**

<b>Área \ Solução</b>	Remoção com aplicação de telha cerâmica (desvão habitável)	Remoção com aplicação de telha cerâmica (desvão não habitável)	Remoção com aplicação de painel sanduiche
Unitária	79,83	89,8	97,16
10% total (600.000 m <sup>2</sup> )	47.898,00	53.880,00	58.296,00
20% total (1.200000 m <sup>2</sup> )	95.796,000	107.760,000	116.592,000
30% total (1.800000 m <sup>2</sup> )	143.694,000	161.640,000	174.888,000

**Quadro 7.5 - Custo de encapsulamento de chapas de fibrocimento para o Estado (euro)**

<b>Área \ Solução</b>	Encapsulamento
Unitária	60,11
10% total (600.000 m <sup>2</sup> )	36.066,00
20% total (1.200000 m <sup>2</sup> )	72.132,00
30% total (1.800000 m <sup>2</sup> )	108.198,00

**Quadro 7.6** - Custo de confinamento de chapas de fibrocimento para o Estado (euro)

<b>Solução</b> <b>Área</b>	Confinamento com chapa de aço galvanizado	Confinamento com chapa de fibrocimento sem amianto
Unitária	15,96	17,48
10% total (600.000 m <sup>2</sup> )	9.576,00	10.488,00
20% total (1.200000 m <sup>2</sup> )	19.15200	20.976,00
30% total (1.800000 m <sup>2</sup> )	28.728,00	31.460,00

Verificam-se, pela análise destes quadros, diferenças significativas entre a medida mais cara, a remoção, e a mais económica, o confinamento. Dando como exemplo uma área de chapa de fibrocimento com necessidade de intervenção igual a 10% dos 600 hectares existentes, verifica-se uma diferença significativa no custo de uma medida que inclua remover a chapa de cobertura de um desvão não habitável, cujo valor é de cerca de 54 milhões de euros, e uma medida que inclua o confinamento através de uma chapa de aço galvanizado, cujo valor é ligeiramente inferior a 9,6 milhões de euros. Numa cobertura a intervir deste tipo, a opção pelo confinamento através de chapas de aço galvanizado, em detrimento da remoção da chapa, permitiria ao Estado português uma redução de custos de cerca de 44,4 milhões de euros.



## 8. CONCLUSÕES

Desde a sua proibição, em 2005, em todos os países membros da União Europeia, nomeadamente em Portugal, tem-se assistido a um alarmismo em relação às propriedades nocivas do amianto para a saúde dos utilizadores dos edifícios onde este grupo de minerais está presente. Este alarmismo, muitas vezes desnecessário e empolado por falta de conhecimento sobre a forma como as fibras de amianto estão incorporadas nos materiais tem levado a que a remoção seja vista como a única solução a ter em consideração. Um dos principais objetivos desta dissertação foi alertar para o facto de a remoção de um material com amianto poder constituir uma prática infundada para casos em que o elemento se encontre num estado de conservação que dispense essa remoção. Para este caso o risco de libertação de fibras é muito reduzido, pelo que é também muito reduzido o risco de perigosidade para os utilizadores dos edifícios onde estes materiais se encontram, e para o ambiente. Pelo contrário, caso não sejam tomadas as exigentes medidas previstas por lei, remover um material com amianto pode constituir uma prática de maior risco, na medida em que pode, por si só, potenciar o risco de libertação de fibras, nomeadamente através do risco de fragmentação do material. Este risco pode ser prejudicial essencialmente para trabalhadores responsáveis pela remoção, podendo provocar uma exposição superior ao limite de exposição profissional permitido por lei.

Para melhor compreensão do risco que os materiais com amianto em edifícios podem constituir, considerou-se importante fazer uma descrição do ambiente envolvente de cada material, nomeadamente em relação às condições de utilização e aos agentes agressores a que estão sujeitos. Com esta avaliação pretendeu-se alertar para o facto de os materiais com amianto não constituírem por si só risco para os utilizadores dos edifícios onde se encontram. Tal risco pode ser potenciado pelo avanço do estado de degradação dos materiais, provocada pelos agentes agressores a que estão sujeitos.

Para contrariar a perceção que existe sobre a remoção ser a melhor solução para materiais com amianto, considerou-se fundamental, nesta dissertação, adotar uma metodologia que permita quantificar o risco de libertação de fibras, metodologia essa fundamentada no estado de conservação e nas condições de utilização dos materiais. Com a adoção desta metodologia de quantificação de risco, pretendeu-se alertar a sociedade essencialmente para duas questões. A primeira é a de que o material, sempre que esteja em bom estado de conservação e no estado não friável, não constitui perigo para os utilizadores do edifício onde ele se insere. A segunda é a de que existem outros tipos de soluções que, atendendo ao índice de risco de libertação de fibras em que o material se encontre, constituem uma alternativa possível na medida em que podem ser mais seguras em retardar o risco de libertação de fibras do que a própria remoção.

A abordagem nesta dissertação a outro tipo de soluções além da remoção permitiu também compreender o impacto económico que esta última representa, nomeadamente em relação a revestimentos de coberturas de chapas de fibrocimento. A opção por outro tipo de soluções para estes elementos, como o encapsulamento e o confinamento permite ao dono de obra uma redução de custos significativa. Esta redução de custos reforça a ideia de a remoção poder ser considerada como solução de último recurso.

## 9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Foram muitas as dúvidas que surgiram ao longo da realização desta dissertação, dúvidas essas que podem servir como sugestão para serem melhor esclarecidas na realização de futuros trabalhos.

Na análise das legislações internacionais, nomeadamente em relação aos limites de exposição profissional nos países industrializados como a maioria dos Estados da União Europeia, a Austrália e o Canadá, verificou-se que estes países, que adotam o método de filtro de membrana, adotam o mesmo limite para todos os minerais de fibras de amianto, 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>. Atendendo à conhecida maior perigosidade das fibras de amianto pertencentes ao grupo das anfíolas em relação ao grupo do crisótilo, tornar-se-ia importante compreender os motivos pelos quais estes países ainda não tiveram isso em conta nas respetivas legislações. Se a teoria holandesa, de defender que o método de filtro de membrana é pouco eficiente em medir concentrações de fibras de amianto abaixo de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup> for confirmada pela comunidade científica, seria curioso verificar a reação dos restantes países industrializados que adotam o limite de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>, no sentido de verificar se, perante este facto, reestruturam as suas legislações. Seria também importante a confirmação do risco de perigosidade para a saúde de níveis de concentração de fibras no ar abaixo de 0,1 fibras/cm<sup>3</sup>.

Nesta dissertação foi dado conta de os países em desenvolvimento, nomeadamente os do continente asiático, definirem limites de exposição profissional consideravelmente mais elevados em relação aos países industrializados, pelo motivo de existir uma perceção de estes países serem mais condescendentes em relação às leis laborais sobre proteção da saúde dos trabalhadores. Seria, contudo, interessante compreender se existem outros fatores que levam à determinação de limites mais elevados, como a utilização de outros métodos para determinação de concentração de fibras de amianto, que não o de filtro de membrana utilizado por muitos países industrializados.

Outro aspeto importante seria compreender a validação da metodologia sugerida para quantificação de risco de libertação de fibras de amianto. Caso esta metodologia seja aceite e validada pela comunidade científica, seria interessante compreender se a mesma poderá funcionar como ponto de partida para uma metodologia mais refinada, capaz de recorrer a técnicas mais sofisticadas e capazes de atribuir um índice de risco com maior precisão.

Em Portugal seria, de igual modo, pertinente analisar o interesse da elaboração de um guia de segurança, especialmente orientado para empresas responsáveis não só pelos trabalhos de remoção mas também por trabalhos de encapsulamento ou confinamento, guia esse que contemplasse medidas de segurança para os trabalhadores responsáveis por esses trabalhos e para os próprios utilizadores do edifício, no sentido de essas medidas garantirem os limites de exposição profissional e ambiental, respetivamente.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Roggli Victor L.; Coin, "Mineralogy of asbestos," in *Pathology of Asbestos-Associated Diseases*, New York, 2004, pp. 1–16.
- [2] M. do C. Proença, "Amianto nos edifícios Avaliação da Exposição," in *Seminário Prevenção de riscos de exposição a materiais contendo amianto*, 2014, p. 27,40,54.
- [3] R. Gaze, "The pshysical and molecular structure Annals New York Academy of Sciences," *Ann. New York Acad. Sci.*, pp. 23–30, 1965.
- [4] J. A. Malcom Ross, Langer, Arthur M., Gordon L.Nord, Robert P. Nolan, Richard J. Lee, D.Van Orden, "The mineral nature of asbestos," *Regul. Toxicol. Pharmacol.*, vol. 52, no. 1 SUPPL., pp. S26–S30, 2008.
- [5] N. W. Hendry, "The geology, occurrences, and major uses of asbestos," *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, vol. 132, pp. 12–21, 1965.
- [6] M. Ross and R. P. Nolan, "History of asbestos discovery and use and asbestos-related disease in context with the occurrence of asbestos within ophiolite complexes," in *Ophiolite Concept and The Evolution of Geological Thought*, vol. 80301, no. 303, Geological Society of America, Ed. New York, 2003, pp. 447–470.
- [7] J. M. E. M. Janela and P. J. S. Pereira, "História do amianto no mundo e em Portugal," *CEM/Cultura, Espaço e Memória*, Porto, pp. 193–206, 2016.
- [8] Robert L. Virta, *Worldwide Asbestos Supply and Consumption Trends from 1900 through 2003*, vol. 34, no. 10. Reston, Virginia, 2006.
- [9] A. Farias, "O Amianto em Portugal," *Conferência Eur. Sobre o Amianto*, pp. 1–7, 2005.
- [10] World Health Organization, "Elimination of asbestos- related diseases," vol. 1. p. 2, 2014.
- [11] C. N.º162, "Convenção sobre a segurança na utilização do amianto," *Diário da República*, p. 6650, 1986.
- [12] World Health Organization, "Amianto Crisótilo," Geneva, 2014.
- [13] Directiva 2003/18/CE do Parlamento Europeu e Conselho, "Proteção Sanitária dos Trabalhadores Contra Os Riscos de Exposição ao Amianto Durante o Trabalho," *J. Of. da União Eur.*, no. 8, pp. 48–52, 2003.
- [14] Health Council of the Netherlands, "Asbestos-risks of environmental and occupational exposure," *Gezondheidsraad*, p. 45, 2010.
- [15] S. Spaan, E. Voogd, and J. Schinkel, "P009 Challenges in occupational exposure assessment for asbestos in the netherlands," *Occup. Environ. Med.*, vol. 73, no. Suppl 1, p. A122.2-A122, 2016.
- [16] Australian Government- Asbestos Safety and Eradication Agency, "About Asbestos." [Online]. Available: <https://www.asbestossafety.gov.au/about-asbestos/about-asbestos>.
- [17] Australian Governement-Asbestos Safety and Eradication Agency, "History of Asbestos." [Online]. Available: <https://www.asbestossafety.gov.au/about-asbestos/history-asbestos>.
- [18] Safe Work Australia, "Workplace Exposure Standards for Airborne Contaminants," 2018. [Online]. Available: [https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1804/workplace-exposure-standards-airborne-contaminants-2018\\_0.pdf](https://www.safeworkaustralia.gov.au/system/files/documents/1804/workplace-exposure-standards-airborne-contaminants-2018_0.pdf).

- [19] T. Dummer and C. Gotay, "Asbestos in Canada: Time to change our legacy," *Cmaj*, vol. 187, no. 10, pp. E315–E316, 2015.
- [20] G. of Canada, "Government of Canada to ban asbestos," 2016. [Online]. Available: <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2016/12/government-canada-asbestos.html>.
- [21] M. Wang, "Divestment Dynamics in U . S . and Canadian Asbestos Mining Industry," 2017.
- [22] M. Mauney, "Mesothelioma in Canada," 2017. [Online]. Available: <https://www.asbestos.com/mesothelioma/canada/>.
- [23] T. Povtak, "No Asbestos Ban in the US," 2018. [Online]. Available: <https://www.asbestos.com/legislation/ban/>.
- [24] U.S EPA, "Preliminary Information on Manufacturing , Processing , Distribution , Use , and Disposal :," no. February, pp. 1–15, 2017.
- [25] O. S. and H. Administration, "Asbestos." [Online]. Available: [https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDARDS&p\\_id=10862](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10862).
- [26] Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, "Lei nº 9.055, de 1 de Junho de 1995," 1995. [Online]. Available: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9055.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9055.htm).
- [27] Supremo Tribunal Federal, "STF reafirma inconstitucionalidade de dispositivo que permitia extração de amianto crisotila," 2017. [Online]. Available: <http://www.stf.jus.br/portal/cms/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=363263>.
- [28] F. Giannasi and A. Thébaud-Mony, "Occupational Exposures to Asbestos in Brazil," *Int. J. Occup. Environ. Health*, vol. 3, no. 2, pp. 150–157, 2013.
- [29] S. L. Leong, R. Zainudin, L. Kazan-Allen, and B. W. Robinson, "Asbestos in Asia," *Off. J. Asian Pacific Soc. Respirol.*, vol. 20, no. 4, pp. 548–555, 2015.
- [30] Statista, "Major Countries in worlwide asbestos mine production from 2010 to 2017 (in metric tons)," 2018. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/264923/world-mine-production-of-asbestos/>.
- [31] D. Chandra, "Asbestos-related diseases," 2016. [Online]. Available: <https://www.nhp.gov.in/disease/non-communicable-disease/asbestos-related-diseases>.
- [32] X. Wang *et al.*, "Mortality in a Chinese chrysotile miner cohort," *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, vol. 85, no. 4, p. 406, 2012.
- [33] K. Takahashi, S. Lehtinen, and A. Karjalainen, "Proceedings of the Asbestos Symposium for the Asian Countries," in *Journal of UOEH*, 2002, vol. 24, p. 5–6; 72.
- [34] S. Siriruttanapruk and S. Taptagaporn, "Asbestos in Thailand," in *European Conference 2003*, 2003, vol. 0, no. 1, pp. 2–3.
- [35] S. Furuya, K. Takahashi, M. Mohvahed, and Y. Jiang, "National Asbestos Profile of Japan. Based on th National Asbestos Profile by the ILO and the WHO," 2013.
- [36] Y.-R. Yoon *et al.*, "The Asbestos Ban in Korea from a Grassroots Perspective: Why Did It Occur?," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 2, p. 3, 2018.
- [37] R. Doll and J. Peto, "Effects on health of exposure to asbestos," *Appl. Opt.*, vol. 40, p. 58,

1985.

- [38] B. T. Mossman, L. Gee, and J. Bernard, "Asbestos-Related Disease," *N. Engl. J. Med.*, vol. 320, no. 26, p. 1730, 1989.
- [39] I. Peric, D. Arar, I. Barisic, I. Goic-Barisic, N. Pavlov, and J. Tocilj, "Dynamics of the lung function in asbestos pleural disease," vol. 58, no. 4, pp. 407–412, 2007.
- [40] E.-K. Park, K. M. Hannaford-Turner, R. A. Hyland, A. R. Johnson, and D. H. Yates, "Asbestos-related occupational lung diseases in NSW, Australia and potential exposure of the general population.," *Ind. Health*, vol. 46, no. 6, pp. 535–540, 2008.
- [41] S. C. Patel and J. E. Dowell, "Modern management of malignant pleural mesothelioma.," *Lung Cancer (Auckland, N.Z.)*, vol. 7, pp. 63–72, 2016.
- [42] P. W. J. Bartrip, "History of asbestos related disease," *Postgrad. Med. J.*, vol. 80, no. 940, pp. 72–76, 2004.
- [43] K. M. A. O'reilly, A. M. McLaughlin, W. S. Beckett, and P. J. Sime, "Asbestos-Related Lung Disease.," *Am. Fam. Physician*, vol. 75, no. 5, pp. 683, 685, 2007.
- [44] M. Neto, "Mesoteliomas: breve caracterização da situação portuguesa a partir dos episódios de internamento hospitalar ocorridos no período 2000-2011," *Bol. Epidemiológico Obs.*, vol. 2(5), pp. 14–16, 2013.
- [45] A. Martins, J. Santos, and S. Lira, "Mesotelioma Pleural Benigno," 2016. [Online]. Available: <https://asbestosamianto.wixsite.com/amianto/mesotelioma>.
- [46] A. Martins, J. Santos, and S. Lira, "Asbestose," 2016. [Online]. Available: <https://asbestosamianto.wixsite.com/amianto/asbestose>.
- [47] A. Martins, J. Santos, and S. Lira, "Cancro do Pulmão," 2016. [Online]. Available: <https://asbestosamianto.wixsite.com/amianto/cancro-do-pulmao>.
- [48] G. de Portugal, "Lista de edificios, instalações e equipamentos públicos que contêm amianto na sua construção (Lei n.º 2/2011 de 9 de fevereiro)." p. 1, 2014.
- [49] L. A. de S. Pereira, "Amianto: Medidas para implementação de um plano de controlo num edificio," Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2008.
- [50] F. P. Torgal, J. Faria, and S. Jalali, "Toxicidade de materiais de construção. Uma questão incontornável para a construção sustentável: Parte I. Os casos do amianto e das nano partículas," in *Inovação na Construção Sustentável*, 2010, p. 153.
- [51] P. V. Paulo and J. de Brito, "Classificação E Descrição Geral das Soluções de Revestimentos de Coberturas Inclínadas em Edifícios," *Inst. Super. Técnico*, pp. 80–96.
- [52] J. Mascarenhas, "Sistemas de Contrução VI-Coberturas Inclínadas," 3º edição., L. Horizonte, Ed. Lisboa, 2012, pp. 250, 253.
- [53] C. M. R. Dias, M. A. Cincotto, H. Savastano, and V. M. John, "Long-term aging of fiber-cement corrugated sheets - The effect of carbonation, leaching and acid rain," *Cem. Concr. Compos.*, vol. 30, no. 4, pp. 255–265, 2008.
- [54] E. W. Rembert and E. W. Rembert, "Method of making asbestos-cement pipe," 1941.
- [55] George B. Brown, "Apparatus for making an asbestos product", 1941.
- [56] Matt Mauney, "Types of Asbestos." [Online]. Available: <https://>

- www.asbestos.com/asbestos/types/.
- [57] D. Nicaise and E. Rousseau, "Identification de l'amiante dans le bâtiment," pp. 1–5, 2005.
  - [58] D. King, "Vinyl Products." [Online]. Available: <https://www.asbestos.com/products/general/vinyl-products.php>.
  - [59] "Vinyl Floor Tiles Asbestos," 2017. [Online]. Available: <http://nextsoft21.com/1826-vinyl-floor-tiles-asbestos/>.
  - [60] José Nascimento, "Classificação funcional dos revestimentos de piso e dos locais. Classificação UPEC e Gws.," in *ITE 29*, LNEC, Ed. Lisboa, 1991.
  - [61] I. Flores-Colen, L. G. Silva, J. Garcia, A. Silva, and N. Neto, "Revestimentos de pisos," *Inst. Super. Técnico*, pp. 21–121.
  - [62] P. Faria, "Revestimentos de piso-Apresentações de Tecnologias de Revestimentos," *FCT UNL*, p. 99, 2015.
  - [63] Lurdes Padrão, "ACT como Entidade Responsável pela Prevenção de Riscos das Exposições dos Trabalhadores a Partículas de Amianto, e pela Autorização de Trabalhadores nos Termos do DL 266/2007 de 24 de julho," *Autoridade para as Condições do Trab.*, p. 35, 2014.
  - [64] A. C. da Piedade, "Acústica de Edifícios," *IST*.
  - [65] Defilenidees, "Asbestos Ceiling Board." [Online]. Available: <https://www.defilenidees.com/ceiling/att/asbestos-ceiling-board-2-asbestis-insulation-board-ceiling-tiles-1146138/>.
  - [66] C. Colloca, "Materiaux et produits de substitution de l'amiante," in *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*, 2001, p. 3.
  - [67] Comité dos Altos Responsáveis da Inspeção do Trabalho (CARIT), "Guia de boas práticas para prevenir ou minimizar os riscos decorrentes do amianto em trabalhos que envolvam ou possam envolver amianto." p. 20, 2003.
  - [68] Gandee consulting engineers, "Pipe Insulation." [Online]. Available: <https://www.gandee.net/museum?lightbox=imagedo0>.
  - [69] United Kingdom Government, "Asbestos Cement. Where do you find asbestos cement?" [Online]. Available: <http://www.hse.gov.uk/asbestos/essentials/cement.htm>.
  - [70] UONIE, "Guia para Procedimentos de inventariação de materiais com amianto e acções de controlo em unidades de saúde," *Acss*. pp. 1–28, 2011.
  - [71] D. n: V. del 4 O. 2000, "Algoritmo perla valutazione dello stato di coperture in cemento amianto tipo eternit posate in esterno," *DGR*, pp. 1–2, 2000.
  - [72] G. Viviani, "La Bonifica Dell'Amianto," *Bonifica dei siti Contam.*, no. February, p. 10, 2015.
  - [73] Decreto-Lei nº 101/2005 de 23 de junho, "Transposição Para a Ordem Jurídica Interna da Directiva nº 1999/77/CE, da Comissão, de 26 de Julho, Relativa à Limitação da Colocação no Mercado e da Utilização de Algumas Substâncias e Preparações Perigosas," *Diário da República*, no. 101, pp. 3937–3939, 2005.
  - [74] Agrément Certificate 15/5266, "Liquasil asbestos roof coating system- Asbestoseal 20," *Br. Board Agrément*, pp. 1–6, 2015.
  - [75] N. Lucchese, "Il rischio amianto oggi : stato dell'arte e prospettive future," *Università Di*

- Pisa, 2013.
- [76] “Materiais de Construção-Produtos Cerâmicos e Alglomerados,” *Fac. Ciências e Tecnol. Nov. Lisboa*, p. 15, 1996.
  - [77] “habitissimo.” [Online]. Available: <https://projetos.habitissimo.pt/projeto/reparacao-e-construcao-de-telhados-novos>.
  - [78] P. Faria, “Introdução aos Revestimentos na Construção-Sistemas de Revestimentos de Coberturas Inclinadas,” *FCT UNL*, p. 29.
  - [79] BRDECO, “Fireproof Mineral Wool Sandwich Roof Panel.” [Online]. Available: <http://www.brdecogroup.com/Fireproof-Mineral-Wool-Sandwich-Roof-Panel.html>.
  - [80] “Vinílicos En Hospitales Y Clinicas.” [Online]. Available: [https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-427586486-vinilicos-en-hospitales-y-clinicas-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-427586486-vinilicos-en-hospitales-y-clinicas-_JM).
  - [81] “Remodações de Escritórios.” [Online]. Available: <https://vintageremodelacoes.pt/remodelacoes-de-escritorios/>.
  - [82] “Capítulo XVI Revestimentos Interiores de Tectos,” *Univ. do Minho*, pp. 8–18.
  - [83] E. Saint-Gobain, “Teto falso em lã de rocha/em placas/acústico.” [Online]. Available: <http://www.archiexpo.com/pt/prod/eurocoustic/product-3391-1413409.html>.
  - [84] F. P. Baptista, “Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria Dissertação,” Instituto Superior Técnico, 2011.
  - [85] V. M. R. Pedroso, “Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas,” 5ª edição., LNEC, Ed. Lisboa, 2014, pp. 33–39.
  - [86] Viroc, “Paredes-Fichas de Aplicação.” [Online]. Available: [http://www.viroc.pt/ResourcesUser/Documentos\\_Viroc/Solucoes\\_Recomendadas/PT/PT\\_Viroc\\_Paredes.pdf](http://www.viroc.pt/ResourcesUser/Documentos_Viroc/Solucoes_Recomendadas/PT/PT_Viroc_Paredes.pdf).
  - [87] “Paredes divisórias e revestimentos de paredes.” [Online]. Available: <http://www.viroc.pt/content.aspx?menuid=952>.
  - [88] F. M.A.Henriques, “Apontamentos de materiais de construção-Gesso,” *Fac. Ciências e Tecnol. Nov. Lisboa*, pp. 7–9, 1996.
  - [89] S. Ruivo, P. Teixeira, C. Fernandes, and P. V. Paulo, “Revestimentos de paredes,” *Inst. Super. Técnico*, pp. 99–100.
  - [90] J. H. P. Sampaio, “Detecção de Fibras de Amianto em Materiais Sólidos da Construção Civil por Microscopia Ótica de Luz Polarizada (MOLP),” Universidade do Minho-Escola de Ciências, 2016.
  - [91] Portaria nº 40/2014 de 17 de fevereiro, “Estabelecimento de Normas Para a Correcta Remoção dos Materiais Contendo Amianto e para o Acondicionamento, Transporte e Gestão dos Respectivos Resíduos de Construção e Demolição Gerados, Tendo em Vista a Protecção do Ambiente e da Saúde Humana,” *Diário da República*, no. 40, pp. 1435–1442, 2014.
  - [92] Decreto-Lei nº266/2007 de 24 de Julho, “Transposição Para a Ordem Directiva Interna da Directiva nº2003/18/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Março que altera Directiva nº 83/477/CEE, do Conselho, de 19 de Setembro, Relativa à Protecção

- Sanitária dos Trabalhadores Contra os Riscos,” *Diário da República*, no. 266, pp. 4689–4695, 2007.
- [93] T. Almeida, A. Fernandes, E. Marques, L. Carneiro, M. Carvalho, and V. Xavier, “Guia de Seleção de Aparelhos de Proteção Respiratória Filtrantes.” ACT, pp. 6–10, 2016.
- [94] Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de março, “Regime das Operações de Resíduos Resultantes de Obras ou Demolições de Edifícios ou de Derrocadas, Abreviadamente Designados por Resíduos da Construção ou Demolição ou RCD,” *Diário da República*, vol. 51, pp. 1567–1574, 2008.
- [95] C. Moutinho, “Reabilitação de edifícios onde existe amianto,” Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2016.
- [96] Portaria nº 145/2017 de 26 de Abril, “Definição das Regras Aplicáveis ao Transporte Rodoviário, Ferroviário, Fluvial, Marítimo e Aéreo de Resíduos em Território Nacional e Criação das Guias Eletrónicas de Acompanhamento de Resíduos (e-GAR),” *Diário da República*, vol. 1, pp. 2052–2056, 2017.
- [97] APA, “Perguntas Frequentes-Resíduos da Construção e Demolição com Amianto.” pp. 1–7, 2017.
- [98] Gerador de Preços, “Gerador de preços para construção civil.” [Online]. Available: <http://www.geradordeprecos.info/>.
- [99] Gerador de Preços, “Desmontagem de revestimento de placas de fibrocimento com amianto em cobertura inclinada.” [Online]. Available: [http://www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/calculaprecio.asp?Valor=2%7C0%7C1%7CDQC030%7Cdqc\\_030:\\_0\\_4\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/calculaprecio.asp?Valor=2%7C0%7C1%7CDQC030%7Cdqc_030:_0_4_0_1_0_0_0).
- [100] Gerador de Preços, “Cobertura inclinada de telhas cerâmicas sobre espaço não habitável.” [Online]. Available: [http://www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/Coberturas/Inclinadas/QTMPaineis\\_sandwich\\_isolantes\\_met/QTMO10\\_Cobertura\\_inclinada\\_de\\_paineis\\_sand\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0.html](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Coberturas/Inclinadas/QTMPaineis_sandwich_isolantes_met/QTMO10_Cobertura_inclinada_de_paineis_sand_0_1_0_0_0_1_0_0_0_0_1_0.html).
- [101] Gerador de Preços, “Cobertura inclinada de painéis sandwich isolantes, de aço.” [Online]. Available: [http://www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/Coberturas/Inclinadas/QTMPaineis\\_sandwich\\_isolantes\\_met/QTMO10\\_Cobertura\\_inclinada\\_de\\_paineis\\_sand\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0.html](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Coberturas/Inclinadas/QTMPaineis_sandwich_isolantes_met/QTMO10_Cobertura_inclinada_de_paineis_sand_0_1_0_0_0_1_0_0_0_0_1_0.html).
- [102] BASF, “Sistema MasterSeal Roof 2103,” vol. 35, 2017.
- [103] Gerador de Preços, “Sistema MasterSeal Roof 2103 ‘BASF’, para impermeabilização de coberturas, aplicação mecânica.” [Online]. Available: [http://www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/Isolamentos\\_e\\_impermeabilizacoes/Impermeabilizacoes/Coberturas\\_galerias\\_e\\_varandas/NIG220\\_Sistema\\_MasterSeal\\_Roof\\_2103\\_\\_BASF\\_.html](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Isolamentos_e_impermeabilizacoes/Impermeabilizacoes/Coberturas_galerias_e_varandas/NIG220_Sistema_MasterSeal_Roof_2103__BASF_.html).
- [104] Gerador de Preços, “Cobertura inclinada de chapa perfilada de aço.” [Online]. Available: [http://www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/Coberturas/Inclinadas/Chapas\\_perfiladas\\_de\\_aco/QTA010\\_Cobertura\\_inclinada\\_de\\_chapa\\_perfil\\_0\\_0\\_1\\_0\\_1\\_0.html](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Coberturas/Inclinadas/Chapas_perfiladas_de_aco/QTA010_Cobertura_inclinada_de_chapa_perfil_0_0_1_0_1_0.html).
- [105] Gerador de Preços, “Cobertura inclinada de placas.” [Online]. Available: <http://www.geradordeprecos.info/>



[www.geradordeprecos.info/obra\\_nova/calculaprecio.asp?Valor=3%7C0%7C0%7CQTF030%7Cqtf\\_030:\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_5\\_0\\_5\\_0\\_1](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/calculaprecio.asp?Valor=3%7C0%7C0%7CQTF030%7Cqtf_030:_0_0_0_0_0_0_0_5_0_5_0_1).

**ANEXO - Custos de soluções de cobertura com chapas de fibrocimento com amianto**

## ANEXO - CUSTOS DE SOLUÇÕES PARA CHAPAS DE FIBROCIMENTO COM AMIANTO

**Quadro A.1** – Custos diretos de desmontagem de revestimento de placas de fibrocimento com amianto em cobertura inclinada (euro/m²)

DQC03	m²	Desmontagem de revestimento de placas de fibrocimento com amianto em cobertura			
Desmontagem de revestimento de placas de fibrocimento com amianto, fixa <b>mecanicamente sobre madre estrutural a menos de 20 m de altura, por empresa qualificada</b> , em cobertura inclinada <b>de duas águas</b> com uma pendente média de <b>30%</b> , para uma superfície média a desmontar de <b>entre 51 e 100 m²</b> ; com meios e equipamentos adequados, e carga mecânica sobre camião					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço	Importância
mt51cub020dac	m²	Desmontagem de revestimento de placas de fibrocimento com amianto e elementos de fixação, presa mecanicamente sobre madre estrutural a menos de 20 m de altura, em cobertura inclinada de duas águas com uma pendente média de 30%, para uma superfície média a desmontar de entre 51 e 100 m²; plastificação, etiquetagem e paletização das placas com meios e equipamentos adequados e carga mecânica do material desmontado sobre camião ou contentor	1,000	42,59	42,59
	%	Custos directos complementares	2,000	42,59	0,85
				Total:	43,44

**Quadro A.2 – Custo de solução de telha cerâmica sobre espaço habitável (euro/m²)**

QTT01	m²	Cobertura inclinada de telhas cerâmicas sobre espaço habitável			
Cobertura inclinada de telhas cerâmicas, sobre espaço habitável, com uma pendente média de <b>30%</b> , <b>composta de: impermeabilização: placa subtelha, revestimento: telha marselha cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm, fixada com parafusos rosca-chapa sobre ripas metálicas; formação de pendentes com laje de betão ou painel cerâmico (não incluída neste preço)</b>					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço	Importância
mt13lpo010g	m²	Placa asfáltica 10 ondas de perfil ondulado e cor preto, à base de fibras minerais e vegetais saturadas com uma emulsão betuminosa a altas temperaturas, segundo NP EN 534	1,250	8,49	10,61
mt13lpo035a	Ud	Prego, para fixação de placa subtelha	3,000	0,08	0,24
mt13blw140	m	Ripa de chapa galvanizada para fixação de telhas	3,000	1,38	4,14
mt13blw131	Ud	Parafuso para fixação de ripa	6,000	0,11	0,66
mt13tap010a	Ud	Telha marselha cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm, segundo EN 1304	12,000	0,45	5,40
mt13tap013a	Ud	Telha de ventilação marselha cerâmica, cor vermelho, segundo EN 1304	0,100	3,05	0,31
mt13blw101	Ud	Parafuso rosca-chapa para fixação de telhas em ripa	4,500	0,06	0,27
mq06hor010	h	Betoneira	0,010	1,68	0,02
mo011	h	Oficial de 1ª montador	0,536	17,77	9,52
mo080	h	Ajudante de montador	0,268	16,81	4,51
	%	Custos directos complementares	2,000	35,68	0,71
Custo de manutenção decenal: 12,01€ nos primeiros 10 anos				Total:	36,39

**Quadro A.3 – Custo de solução de telha cerâmica sobre espaço não habitável (euro/m²)**

QTT02	m²	Cobertura inclinada de telhas cerâmicas sobre espaço não habitável			
Cobertura inclinada de telhas cerâmicas, sobre espaço não habitável, com uma pendente média de <b>30%</b> , <b>composta de: formação de pendentes: painéis de partículas de madeira, com tratamento hidrófugo e bordos rectos, de 18 mm de espessura; impermeabilização: membrana difusora de vapor; revestimento: telha marselha cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm, fixada com parafusos rosca-chapa sobre ripas metálicas</b>					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço	Importância
mt07tdm010a	m²	Painel de partículas de madeira, com tratamento hidrófugo e bordos rectos, de 18 mm de espessura, classe P3 segundo EN 312, classe E1 em emissão de formaldeído	1,050	5,09	5,34
mt50spa101	kg	Pregos de aço	0,150	1,30	0,20
mt13blw140	m	Ripa de chapa galvanizada para fixação de telhas	3,000	1,38	4,14
mt13blw131	Ud	Parafuso para fixação de ripa	6,000	0,11	0,66
mt13tap010a	Ud	Telha marselha cerâmica, cor vermelho, 43x26 cm, segundo EN 1304	12,000	0,45	5,40
mt13tap013a	Ud	Telha de ventilação marselha cerâmica, cor vermelho, segundo EN 1304.	0,100	3,05	0,31
mt13blw101	Ud	Parafuso rosca-chapa para fixação de telhas em ripa	4,500	0,06	0,27
mq06hor010	h	Betoneira	0,015	1,68	0,03
mo011	h	Oficial de 1ª montador	0,637	17,77	11,32
mo080	h	Ajudante de montador	0,445	16,81	7,48
mo029	h	Oficial de 1ª aplicador de lâminas impermeabilizantes	0,303	17,19	5,21
mo067	h	Ajudante de aplicador de lâminas impermeabilizantes	0,303	16,81	5,09
	%	Custos directos complementares	2,000	45,45	0,91
Custo de manutenção decenal: 15,79€ nos primeiros 10 anos				Total:	46,36

**Quadro A.4 – Custos diretos de solução de painéis sandwich de aço (euro/m²)**

QTM010	m²	Cobertura inclinada de painéis sandwich isolantes, de aço			
Cobertura inclinada de painéis sandwich isolantes de aço, de 80 mm de espessura e 1150 mm de largura, alma isolante de lã de rocha, com uma pendente maior que 10%					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço unitário	Importância
mt13dcp010qlr	m²	Painel sandwich isolante de aço, para coberturas, de 80 mm de espessura e 1150 mm de largura, formado por dupla face metálica de chapa standard de aço, acabamento pré-lacado, de espessura exterior 0,5 mm e espessura interior 0,5 mm e alma isolante de lã de rocha de densidade média 145 kg/m³, e acessórios	1,050	46,07	48,37
mt13ccg030d	Ud	Parafuso auto-roscante de 6,5x70 mm de aço inoxidável, com anilha.	3,000	0,50	1,50
mo051	h	Oficial de 1ª montador de painéis metálicos	0,081	17,77	1,44
mo098	h	Ajudante de montador de painéis metálicos	0,081	16,81	1,36
	%	Custos directos complementares	2,000	52,67	1,05
Custo de manutenção decenal: 15,58€ nos primeiros 10 anos				Total:	53,72

**Quadro A.5 – Custos diretos de solução de sistema impermeabilizante para encapsulamento (euro/m<sup>2</sup>)**

NIG221	m²	Sistema MasterSeal Roof 2103 "BASF", para reparação de impermeabilização de coberturas, aplicação mecânica.			
Reparação de impermeabilização de coberturas, realizada através do sistema <b>para revestir</b> MasterSeal Roof 2103 "BASF", de 2 a 2,5 mm de espessura total, <b>composta por: ligante com MasterSeal P 691 "BASF", aplicado com ancinho de borracha e rolo de pelo curto; e membrana de impermeabilizante líquido, MasterSeal M 803 "BASF", de cor cinzento, aplicada através de sistema de projecção mecânica em quente; prévia aplicação de primário com MasterTop P 621 "BASF", aplicado com trincha, rolo ou pistola, e posterior polvilhamento de inerte de quartzo, MasterTop F5 "BASF", sobre superfície suporte cimentícia (não incluída neste preço)</b>					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço unitário	Importância
mt15bas120a	kg	Primário transparente, MasterTop P 621 "BASF", de dois componentes à base de resina epóxi sem dissolventes, para aplicar sobre superfície suporte cimentícia	0,300	15,04	4,51
mt15bas130c	kg	Inerte de quartzo natural, MasterTop F5 "BASF", de granulometria compreendida entre 0,4 e 1,0 mm, para utilizar como carga mineral em combinação com resinas epóxi ou poliuretano	1,000	0,56	0,56
mt15bas120d	kg	Primário transparente e ligante, MasterSeal P 691 "BASF", à base de resina de poliuretano monocomponente e dissolventes, para aplicar sobre PVC, EPDM, madeira, poliéster ou fibrocimento, ou sobre membranas projectadas tipo MasterSeal	0,100	12,60	1,26
mt15bas160a	kg	Impermeabilizante líquido, MasterSeal M 803 "BASF", de cor cinzento, de dois componentes à base de resina de poliuretano, para aplicar através de sistema de projecção mecânica a quente, para formar uma membrana impermeável em coberturas planas ou inclinadas	2,200	19,26	42,37
mo032	h	Oficial de 1ª aplicador de produtos impermeabilizantes	0,301	17,19	5,17
mo070	h	Ajudante de aplicador de produtos impermeabilizantes	0,301	16,81	5,06
	%	Custos directos complementares	2,000	58,93	1,18
Custo de manutenção decenal: 1,80€ nos primeiros 10 anos				Total:	60,11

**Quadro A.6 – Custo diretos de solução de confinamento através de chapas perfiladas de aço**  
(euro/m<sup>2</sup>)

QTA010	m²	Cobertura inclinada de chapa perfilada de aço			
Cobertura inclinada de <b>chapa perfilada de aço galvanizado</b> , de <b>0,8</b> mm de espessura, com uma pendente maior que 10%					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço unitário	Importância
mt13ccg010b	m²	Chapa perfilada de aço galvanizado, espessura 0,8 mm	1,100	8,12	8,93
mt13ccg030d	Ud	Parafuso auto-roscante de 6,5x70 mm de aço inoxidável, com anilha	3,000	0,50	1,50
mo051	h	Oficial de 1ª montador de painéis metálicos	0,151	17,77	2,68
mo098	h	Ajudante de montador de painéis metálicos	0,151	16,81	2,54
	%	Custos directos complementares	2,000	15,65	0,31
Custo de manutenção decenal: 4,63€ nos primeiros 10 anos				Total:	15,96



**Quadro A.7 – Custos diretos de solução de confinamento através de chapas de fibrocimento sem amianto (euro/m²)**

QTF03	m²	Cobertura inclinada de placas			
Cobertura inclinada de <b>placas de fibrocimento sem amianto, cor natural, perfil granonda</b> , fixadas mecanicamente, com uma pendente maior que 10%					
Unitário	Ud	Descrição	Rend.	Preço	Importância
mt13pfg010	m²	Placa de fibrocimento sem amianto, cor natural, perfil granonda	1,200	8,65	10,38
mt13lpo040	m	Peça de cumeeira, cor preto, para coberturas de placas	0,100	6,27	0,63
mt13lpo020	m	Peça de remate perimetral para coberturas de placas	0,100	5,25	0,53
mt13lpo070	Ud	Arejador de 86x47 cm, para coberturas de placas	0,020	81,04	1,62
mt13blw120	Ud	Parafuso auto-perfurante para fixação de placas	2,000	0,45	0,90
mo051	h	Oficial de 1ª montador de painéis metálicos	0,091	17,41	1,58
mo098	h	Ajudante de montador de painéis metálicos	0,091	16,45	1,50
	%	Custos directos complementares	2,000	17,14	0,34
Custo de manutenção decenal: 5,07€ nos primeiros 10 anos				Total:	17,48